

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

Bakalářská práce

Autor práce: Veronika Kopečková
Vedoucí práce: doc. Mgr. Eva Pertile, Ph.D

Ostrava 2015

VŠB – TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
Faculty of Mining and Geology
Institute of Environmental Engineering

The Impact Assessment of the Village
Štěpánovice on the Water Quality of
Štěpánovický Stream, Czech Republic

Bachelor Thesis

Author: Veronika Kopečková
Supervisor: doc. Mgr. Eva Pertile, Ph.D

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student:

Veronika Kopečková

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

3904R005 Environmentální inženýrství

Téma:

Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického
potoka
The Impact Assessment of the Village Štěpánovice on the Water Quality
of Štěpánovický Stream, Czech Republic

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl bakalářské práce
2. Charakteristika zájmové oblasti
3. Hodnocené hydrochemické parametry
4. Praktická část
- 4.1. Charakteristika odběrových míst
- 4.2. Aplikované metodiky
5. Výsledky a diskuse
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

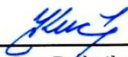
1. PITTER Pavel: *Hydrochemie*. VŠCHT Praha 4. vydání, 2009. 568 s. ISBN: 978-80-7080-701-9.
2. HORÁKOVÁ Marta a kol.: *Analytika vody*. VŠCHT Praha, 2. vydání, 2007. 335 s. ISBN: 978-80-7080-520-6.
3. VANDAS Stephen J., Thomas C. Winter, William A. Battaglin: *Water and the Environment*. American Geological Institute 2002, 68 p., ISBN: 0-922152-63-2.
4. LEHR Jay H., Jack KEELEY: *Water Encyclopedia. Domestic, Municipal, and Industrial Water Supply and Waste Disposal*. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2006. 966 p., ISBN: 0-471-73687-2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Mgr. Eva Pertile, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015


doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtech Dimer, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2015


Veronika Kopečková

ABSTRAKT

V bakalářské práci je řešen vliv obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka. Potok protéká přímo středem obce, která se rozkládá po obou jejích březích. Potok do obce vtéká ze Štěpánovického rybníka, který je z větší části zazemněný a zarostlý rákosinami. Svým způsobem tedy funguje jako přirozená čistírna odpadních vod. Štěpánovice jsou malá obec a zřízení čistírny by bylo finančně nevýhodné. V historických pramenech je uvedeno, že byla zřízena kanalizace svedená potrubím do místního potoka. Svodové roury jsou pořád viditelné a slouží pro svod dešťové vody. Jelikož však potok v létě zapáchá, je tedy zřejmé, že se tam vypouští pořád malé množství odpadních vod z domácností. Odběrová místa byla tedy umístěna tak, aby mělo případné znečištění co největší vypovídající hodnotu. Odebíráno bylo celkem z pěti míst a to na území Štěpánovic před obcí a za obcí. Na území Jaroměřic nad Rokytnou před ústím do rybníka, za jeho výpustí, pátý vzorek byl odebírán přímo z rybníka. Výsledky byly porovnávány podle nařízení vlády č. 23/2011 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. Další legislativou, podle které byly parametry porovnávány, je ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Všechny odběry byly provedeny přibližně ve stejný čas, stejném pořadí po dobu jednoho roku a to od ledna 2013 do prosince téhož roku.

Klíčová slova:

Štěpánovice, analytika vody, Štěpánovický potok, hydrochemické parametry, kvalita vody

ABSTRACT

This bachelor theses is focused on the influence of the village Štěpánovice on the quality of water of štěpánovice's stream. Stream flows throught the middle of the village, which is located on its both sides. Stream flows to the village from Štěpánovice pond, which biggest part is filled and reed – growned. That means that the pond is natural sewage disposal plant. ŠTěpánovice is small village and it wouldn't be financially effective to build its own sewage disposal plant. In historical sources there could be found that the pipe drainage connected with the stream was made. Leak pipes are still visible and they serve to rain water drain. Due to the smell comming from the stream in the summer months, it is obvious that there is still small amount of waste water from the households leading to the stream. Take – off spots where located in order to keep the polution at the highest rate. The samples were taken from five spots, in front of and behind village Štěpánovice, at Jaroměřice nad Rokytnou village in front of the estuary to the pond and behind its drainage outlet. The fifth sample was taken from the pond. The results was compared according to the gouvermant regulation 23/2011 code of law (najdi si anglické znění toho zákona). The other legislative used for comparision of the theses parametres is ČSN 757221 Clasification of quality surfaře water. All samples were taken aproximately in the same time, in the same order for the duration of one year more specificaly from January to December 2013.

Keywords:

Štěpánovice, water analysis, Štěpánovický stream, hydrochemical parameters, water quality

Zde bych chtěla poděkovat vedoucí své bakalářské práce doc. Mgr. Evě Pertile, Ph.D za cenné rady poskytnuté během prací v terénu i v laboratoři a za odborné vedení při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Mgr. Mileně Veselé za ochotné a vstřícné jednání při hledání zdrojů v Muzeu Vysočiny Třebíč. Zvláštní poděkování pak patří mé rodině a příteli za pomoc při odběrech vzorků.

OBSAH

1	ÚVOD A CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	1
2	PŘÍRODNÍ POMĚRY MONITOROVANÉHO ÚZEMÍ	2
2.1	Geomorfologické poměry	3
2.2	Geologické poměry	4
2.3	Půdní poměry	7
2.4	Hydrologické poměry	8
2.5	Klimatické poměry	9
3	HODNOCENÉ PARAMETRY	10
3.1	Teplota	10
3.2	Hodnota pH	10
3.3	ZNK, KNK	11
3.4	Konduktivita	12
3.5	Rozpuštěný kyslík	13
3.6	Chemická spotřeba kyslíku	13
3.7	Biochemická spotřeba kyslíku	14
3.8	Chloridy	15
3.9	Vápník a hořčík	16
3.10	Dusičnany	16
3.11	Amoniakální dusík	17
3.12	Orthofosforečnany	18
3.13	Sírany	19
3.14	Celkové železo	20
3.15	Celkový mangan	21
4	PRAKTICKÁ ČÁST	23
4.1	Popis odběrových míst	23
4.1.1	Odběrové místo č. 1	24
4.1.2	Odběrové místo č. 2	24
4.1.3	Odběrové místo č. 3	25
4.1.4	Odběrové místo č. 4	26
4.1.5	Odběrové místo č. 5	26
4.2	Metodika odběru vzorků	27
4.3	Metodika analýzy	27

4.3.1	Monitorované fyzikálně-chemické parametry	28
4.3.2	Kyslíkový režim.....	28
4.3.3	Kovy.....	29
4.3.4	Živiny.....	30
4.3.5	Ostatní.....	30
4.4	Metodika hodnocení.....	31
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	34
5.1	Hodnota pH	35
5.2	Konduktivita.....	37
5.3	Rozpuštěný kyslík	39
5.4	Chemická spotřeba kyslíku	41
5.5	Biochemická spotřeba kyslíku	43
5.6	Chloridy.....	45
5.7	ZNK, KNK.....	46
5.8	Vápník a hořčík.....	48
5.9	Dusičnany.....	51
5.10	Amoniakální dusík	52
5.11	Orthofosforečnany.....	54
5.12	Sírany	56
5.13	Celkové železo	57
5.14	Celkový mangan.....	58
5.15	Vyhodnocení výsledků podle ČSN 75 7221	60
6	ZÁVĚR	63
	Seznam použité literatury	64
	Zdroje obrázků	71
	Seznam obrázků	72
	Seznam tabulek.....	73
	SEZNAM PŘÍLOH.....	74

Seznam použitých zkratk:

ZNK	zásadová neutralizační kapacita
KNK	kyselinová neutralizační kapacita
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
BSK	biochemická spotřeba kyslíku
SRP	rozpuštěný reaktivní fosfor
WHO	Světová zdravotnická organizace
ÚSES	Územní systém ekologické stability
EDTA	kyselina ethylendiamintetraoctová
NEK	norma environmentální kvality

1 ÚVOD A CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

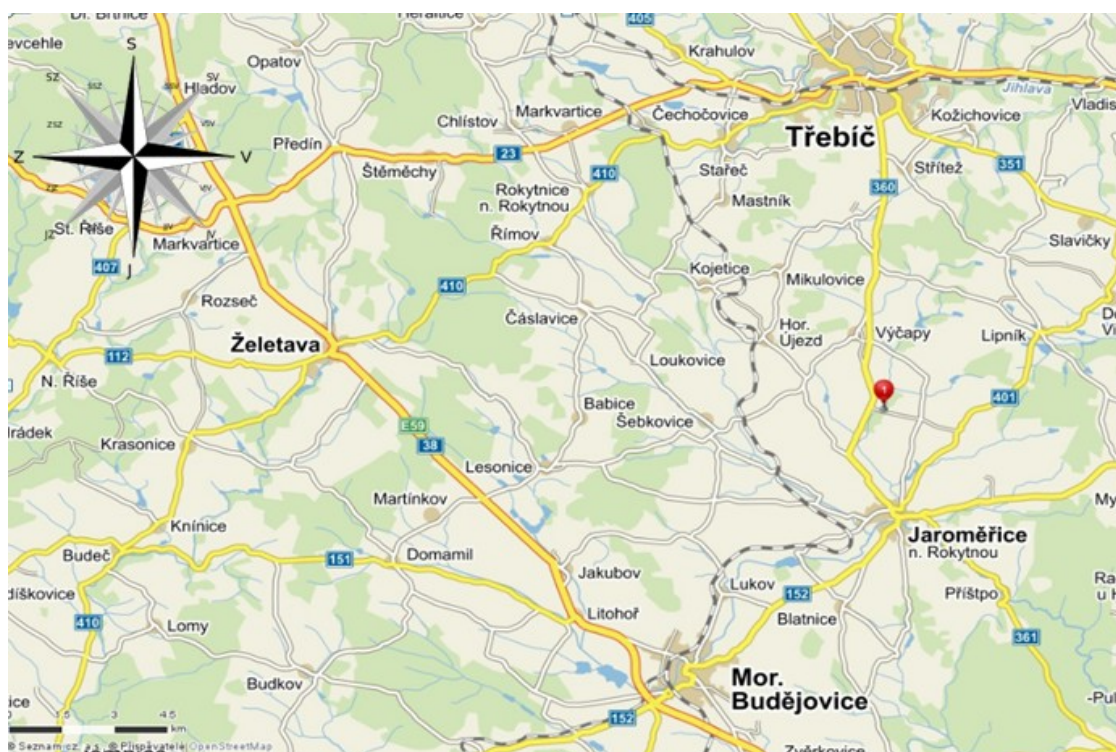
Voda je nezbytnou složkou pro život na Zemi a je potřeba k ní tak přistupovat. Ve světě se vyskytují místa, kde je vody dostatek, ale také místa kde je vody málo nebo je znečištěná. V dřívějších dobách docházelo k vypouštění odpadní vody přímo do vodních recipientů a samočisticími schopnostmi vody bylo znečištění odbouráno. V současnosti je mnohdy do vodních zdrojů vypouštěno tolik znečištění, že je voda již nedokáže sama odbourat. Z tohoto důvodu je také snaha čistit co nejúčinněji odpadní vodu a budovat nové, mnohem účinnější čistírny odpadních vod. Česká republika byla vyhlášena za citlivou oblast a z tohoto důvodu bylo potřeba vybudovat nové čistírny odpadních vod, což se ukázalo být problémem hlavně u velmi malých obcí. Zde jsou i v dnešní době k vidění výtoková potrubí, která svádí dešťovou, ale také splaškovou vodu do místních potoků.

V bakalářské práci se zabývám vlivem obce Štěpánovice na kvalitu vody ve Štěpánovickém potoce. Monitorování bylo prováděno po dobu jednoho roku a to od ledna 2014 do prosince 2014. V závěrečné práci jsou popsány přírodní podmínky daného území a také hydrochemické parametry, které byly stanovovány. V praktické části práce jsou popsány jednotlivé použité metodiky a v kapitole „Výsledky měření“ jsou na základě zjištěných výsledků získaná data vyhodnocena jak slovně, tak graficky. Výsledky byly porovnávány podle nařízení vlády č. 23/2011 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. Další legislativou, podle které byly parametry porovnávány, je ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod.

Cílem bakalářské práce je na základě naměřených výsledků vyhodnotit jaký má vliv obec Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka a podle závažnosti znečištění a zatížení monitorované lokality navrhnout možné řešení stávající situace.

2 PŘÍRODNÍ POMĚRY MONITOROVANÉHO ÚZEMÍ

Obec Štěpánovice je v současné době součástí obce Výčapy. Obec se nachází v kraji Vysočina, okres Třebíč, přibližně 10 km severovýchodně od Moravských Budějovic a rozkládá se po obou březích Štěpánovického potoka. Západním okrajem prochází silnice, která vede z Výčap do Jaroměřic nad Rokytnou. Štěpánovice se nacházejí v nadmořské výšce 445 m. Jedná se o velmi malou ves, která má v současné době kolem devadesáti pěti obyvatel. Z tohoto důvodu obec už od historie patřila pod nějaký jiný celek. Do roku 1849 byly Štěpánovice součástí Jaroměřického panství, v roce 1850 byly přiřazeny do politického okresu Znojmo a od roku 1896 patřily do nově vzniklého Okresního hejtmantství Moravské Budějovice. Od roku 1964 až po současnost jsou Štěpánovice součástí Výčap. Známa je obec zejména vltavínovými sedimenty, které se nacházejí na západním okraji obce a v opuštěném lomu, nacházejícím se jižně od obce, byl nalezen vzácný chondrodit. (www.vycapy.com) Poloha obce je zaznamenána na mapě viz Obrázek č. 1. V následujících kapitolách jsou podrobně rozepsány přírodní poměry zájmového území.



Obrázek 1: Poloha Štěpánovic na mapě (převzato z www.mapy.cz)

2.1 Geomorfologické poměry

Povodí Štěpánovického potoka se nachází na Českomoravské vrchovině a patří do Moravskobudějovické kotliny.

PROVINCIE: Česká vysočina

SUBPROVINCIE: Českomoravská soustava

OBLAST: Českomoravská vrchovina

CELEK: Jevišovická pahorkatina

PODCELEK: Jaroměřická kotlina

OKRSEK: Moravskobudějovická kotlina

(Demek, 1987)

Provincie: Česká vysočina

Česká vysočina je tvořena převážně rozsáhlou kotlinou s víceméně plochým reliéfem. Ploché části, které jsou zastoupeny plošinami, mají široce zaoblené hřbety vrcholové úrovně a tvoří zde základní zarovnaný povrch. Nejvýraznější svah Českomoravské vysočiny je okrajový svah Krušných hor. Naopak mezi výrazné sníženiny patří například Podkrušnohorské pánve, Plzeňská kotlina, Jihlavsko-sázavská brázda, ale také Jemnická a Jaroměřická kotlina. (Czudek, 2005)

Subprovincie: Českomoravská soustava

Českomoravská soustava je nejrozsáhlejší geomorfologickou soustavou České republiky. Hranice soustavy tvoří na jihu hranice s Rakouskem, na severu výběžek k Labi u Chvaletic. Západní část je vymezena okolím Klatova a končí u Plumova na Prostějovsku. Českomoravská soustava je složena z celkem čtyř podsestav a to Středočeské pahorkatiny, Jihočeských pánví, Českomoravské vrchoviny a Brněnské vrchoviny. Podloží je tvořeno zejména ve střední a západní části moldanubidkem, které je tvořeno proterozoickými a staropaleozoickými silně metamorfovanými horninami. (Bína, Demek, 2012)

Oblast: Českomoravská vrchovina

Území Českomoravské vrchoviny je velmi rozsáhlé a jeho povrch má vrchovinný a pahorkatinný charakter. Vrchovina je složená převážně s krystalinických hornin a ve sníženinách se nacházejí druhohorní a třetihorní usazeniny. Vodní toky protékající

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka
Českomoravskou vrchovinou jsou zařezány a tvoří hluboká údolí., které obklopují pole,
louky a převážně smrkové lesy. (Demek, 1987)

Celek: Jevišovická pahorkatina

Jevišovická pahorkatina je součástí Českomoravské vrchoviny. Střídá se zde členitá pahorkatina s kotlinami na krystalinických horninách. Místy se na povrchu vyskytují zbytky tropických zvětralin z druhohor a třetihor. Jaroměřická kotlina je plochá a vznikla vlivem menší odolnosti hornin vůči tropickému zvětrávání. Na území Jevišovické pahorkatiny se nacházejí hluboká údolí vodních toků, které se zařezávají a vytváří meandry. (Demek, 1987)

Podcelek: Jaroměřická kotlina

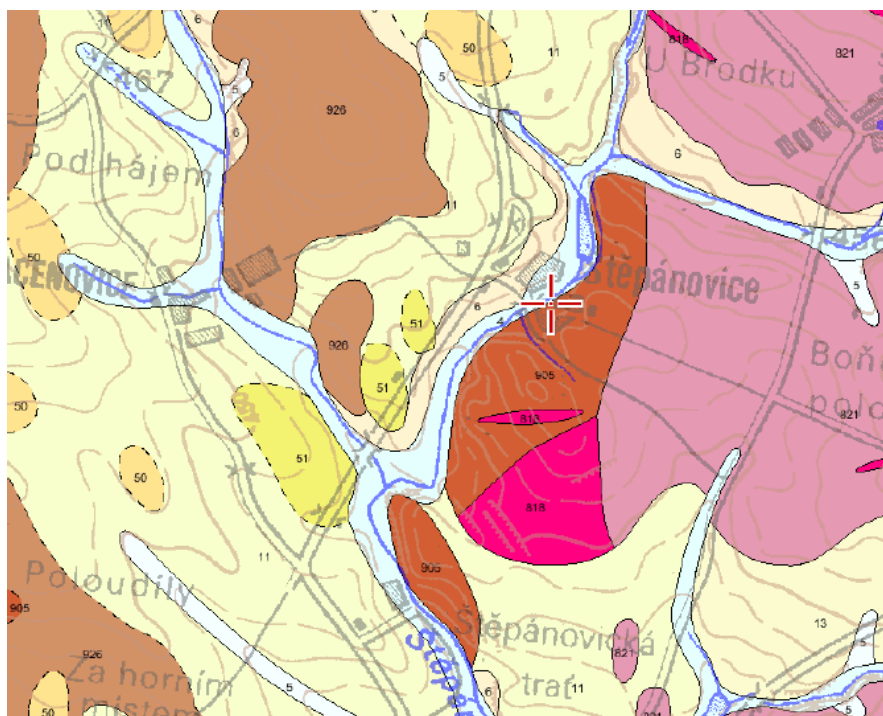
Jaroměřická kotlina se vyznačuje převážně plochým dnem, nad kterým se ojediněle vyskytují vyvýšeniny. Kotlina vznikla z důvodu menší odolnosti žul třebíčsko-meziříčského plutonu vůči tropickému zvětrávání. Konečný vzhled byl také ovlivněn neotektonickými pohyby. (Demek, 1987)

Okrsek: Moravskobudějovická kotlina






Moravskobudějovická kotlina je součástí kotliny Jaroměřické. Vyznačuje se převážně plochým dnem a složením je převážně žulová až syenodioritová. Moravskobudějovická kotlina také obsahuje ostrůvky jezerních, říčních a mořských neogenních usazenin. (Demek, 1987)

2.2 Geologické poměry

Moravskobudějovická kotlina má obdélníkový tvar protažený severojižním směrem. Jak je již uvedeno v předchozích kapitolách jedná se o sníženinu, jejíž povrch se sklání od severozápadu k jihovýchodu. Geologický podklad je zde tvořen krystalickými horninami, které jsou pokryté nezpevněnými sedimenty nebo zvětralinami. Nacházejí se zde zachované třetihorní a čtvrtohorní sedimenty, které se nacházejí v denudačních relikttech. Zachování těchto sedimentů je dáno zejména polohou ve sníženině, kde se nacházejí úseky pramenů vodních toků. V kotlině se také nachází poměrně velké množství již zaniklých hlinitých cihlen a pískoven. V některých sedimentech byly nalezeny zkameněliny mořských živočichů a rostlin, z čehož lze usuzovat, že se jedná o mořské, jezerní nebo říční sedimenty. (Nekuda, 1997) Geologická mapa území obce Štěpánovice je vymezena na Obrázku č. 2.



Legenda:

	3: říční sedimenty (písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	4: nívní sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	5: splachové sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	6: svahové sedimenty (hlína, písek) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	11: svahové a naváté sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	13: naváté sedimenty (spraš, sprašová hlína) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	50: říční až jezerní sedimenty (štěrk, písek, jíl) Stáří: terciér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: relikt terciéru v Českém masivu
	51: říční až jezerní sedimenty (štěrk, písek) Stáří: terciér, Typ hornin: sedimenty neznepevněné, Geologický region: relikt terciéru v Českém masivu
	818: žilný granit (žula) Stáří: svrchní paleozoikum, Typ hornin: magmatické intruze, Geologický region: moldanubikum- durbachitová tělesa
	821: granit (žula) až křemenný svenit Stáří: svrchní paleozoikum, Typ hornin: magmatity hlubinné, Geologický region: moldanubikum- durbachitová tělesa
	905: pararula až migmatit Stáří: paleozoikum až proterozoikum, Typ hornin: metamorfit, Geologický region: moldanubikum
	926: rula Stáří: paleozoikum až proterozoikum, Typ hornin: metamorfit, Geologický region: moldanubikum

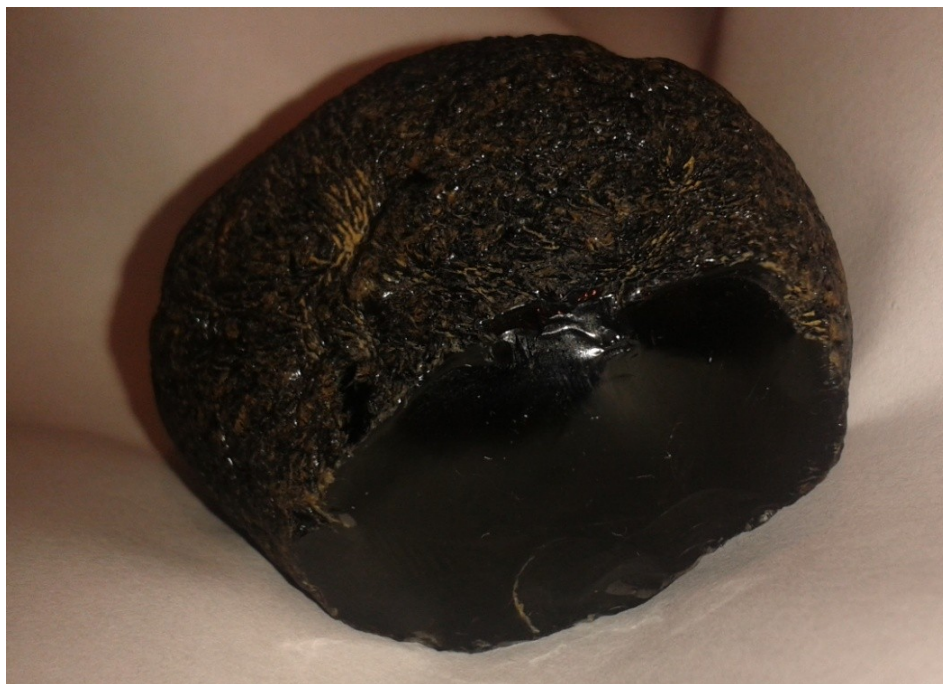
Obrázek 2: Geologická mapa zájmového území 1:50 000 (převzato z: www.geology.cz)

Z výše přiložené mapy lze vyčíst, že v těsné blízkosti toku se převážně nachází nívní sedimenty z období kvartéru. Na zemědělsky aktivně obhospodařované levé straně

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

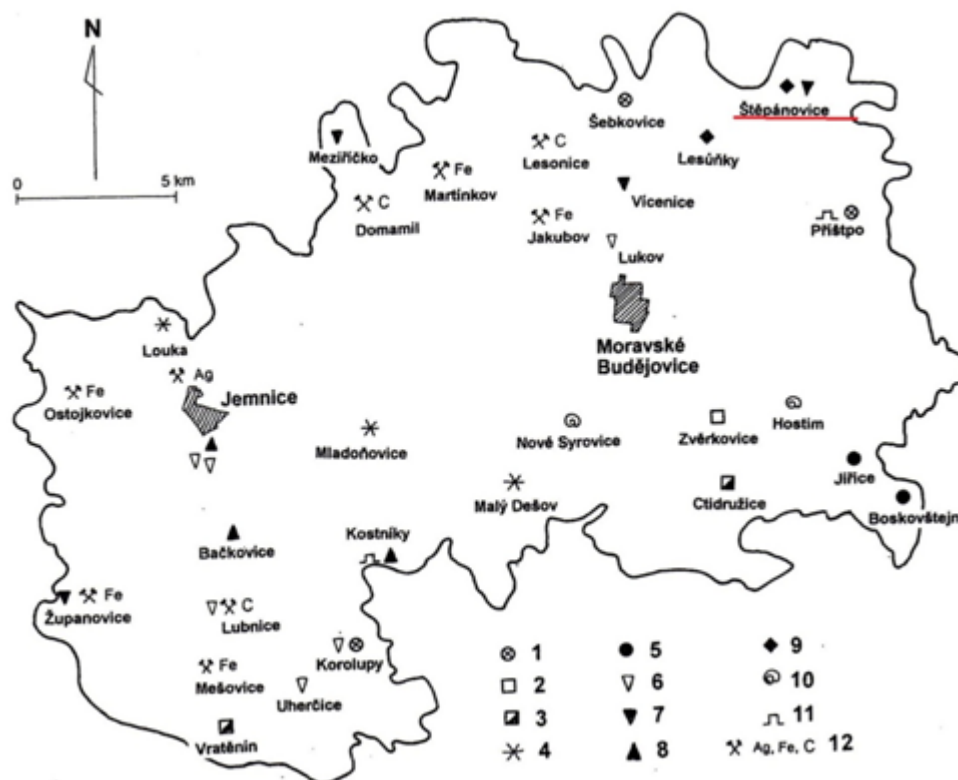
potoka se nachází naváté sedimenty spraší a sprašových hlín z období kvartéru. Místy se zde vyskytují říční a jezerní sedimenty v podobě písků, štěrků a jílu z období terciéru. Pravá strana toků skrývá pás pararuly až magmatu u období paleozoika až proterozoika, známí je zde také výskyt žilného granitu.

V Moravskobudějovické kotlině se také nacházejí vltavínové štěrky vyskytující se v severovýchodní části kotliny. Území výskytu vltavínů je vymezeno obcemi Šebkovice, Lesůňky, Popovice, Horní Újezd, Vacenovice, Štěpánovice a Jaroměřice nad Rokytnou. (Nekuda, 1997) Historie moravských vltavínů je spjata zejména s geomorfologickým a geologickým vývojem jihovýchodní části Českého masívu. Za nejstarší uložení vltavínových sedimentů patří na Moravě splachové sedimenty pádového pole, které se nacházejí v těsné blízkosti místa dopadu. Původní povrch pokrytý vltavíny se nedochoval. (Trnka, Houzar, 1991) Vltavín nalezený v obci Štěpánovice je zobrazen na Obrázku č. 3.



Obrázek 3: Vltavín nalezený ve Štěpánovicích

Mapa Moravskobudějovické kotliny s vyznačenými místy těžby nebo místy nálezů významných minerálů je na Obrázku č. 4.



Obrázek 4: Významná naleziště minerálů (Převzato z: Nekuda, 1997)

- Legenda k obrázku:
- 1 - nerosty magmatických hornin
 - 2 - nerosty obecných pegmatitů
 - 3 - nerosty komplexních (ližných) pegmatitů
 - 4 - křemenné žíly
 - 5 - nerosty serpentinitů (hadců) a eklogitů
 - 6 - nerosty mramorů
 - 7 - nerosty skarnů
 - 8 - nerosty amfibolitů
 - 9 - naleziště vltavinů
 - 10 - naleziště třetihorních zkamenělin
 - 11 - významné kamenolomy
 - 12 - historická těžba stříbra, železa a grafitu

2.3 Půdní poměry

Půdy v Moravskobudějovické kotlině jsou velmi monotónní. Je to zapříčiněno v pahorkatinách reliéfem s převažujícím podložím žul a rul. Nejvíce zastoupeným typem půd jsou kyselé hnědé půdy. Tento typ půd je nejvíce zastoupen v našich pahorkatinách a hornatinách pohybujících se od 500 do 900 m n.m. Území v nižších polohách pokrývají ostrůvkovitě hnědozemě. Tyto půdy jsou velmi hodnotnými zemědělskými půdami. Hnědé půdy se hojně vyskytují jižním směrem od Moravských Budějovic, v okolí Jaroměřic nad Rokytnou a údolí Štěpánovického potoka. (Nekuda, 1997) Obecně lze ale říci, že

hnědozemě se nacházejí téměř na 16 % plošné výměry Moravy a Slezska. Nachází se téměř ve všech krajích s výjimkou Jihlavy a Vsetína. (Novák, Hudec, 1997)

2.4 Hydrologické poměry

Štěpánovický potok je podle hydrografické a monografické charakteristiky tokem 5. řádu (4-16-03-022) a náleží k úmoří Černého moře, plocha povodí činí celkem 46,6 km². Délka vodního toku je 10,4 km a průměrný průtok u ústí do řeky Rokytné je 0,12 m³/s. Pramen Štěpánovického potoka se nachází v nadmořské výšce 520 m a pramení severovýchodním směrem od obce Petrušky. Štěpánovický potok má celkem pět přítoků zleva se do něj vlévá Ratibořický potok a potok Zátoky. Pravostranné přítoky pak tvoří potok Ostrý, Vacenovický a Mikulovický. Hydrologická charakteristika Štěpánovického potoka je uvedena v Tabulce č. 1.

Tabulka 1: Charakteristika Štěpánovického potoka na vymezeném území (Marcián, 2000)

Úsek toku	Maximální průtok Q_{100} [m ³ /s]	Minimální průtok Q_{270} [l/s]	Minimální průtok Q_{364} [l/s]
soutok s Rokytnou až soutok s Ostrým potokem	23	34	1,0
soutok s Ostrým potokem až soutok s Vacenovickým potokem	21	25	0,0
soutok s Vacenovickým potokem až soutok s Ratibořickým potokem	20	10	0,0
soutok s Ratibořickým potokem až soutok s potokem Zátoky	20	7	0,0
soutok s potokem Zátoky až soutok s Mikulovickým potokem	19	4	0,0
Horní rybník v Petruškách až pramen	2,9	0,4	0

Území kolem Štěpánovického potoka je intenzivně zemědělsky obhospodařováno a to zejména v letech 1960 - 1985. Důsledkem zemědělské činnosti došlo k napřímení toků, aby byla voda z krajiny rychleji odváděna. Akumulační a retenční schopnost území je tedy nízká. Z hlediska vodního toku je tento stav krajiny nepříznivý zejména v období sucha, kdy není v povodí dostatečná vláhka k udržení vegetace. Většina horních toků vysychá a biologické oživení je minimální nebo žádné. Z toho důvodu se v horní a střední části Štěpánovického potoka nenacházejí žádné ryby ani ostatní vodní živočichové. Při výskytu přívalových srážek je pak urychlen odtok vody z povodí a na velkých plochách

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

dochází rychle k soustředěnému povrchovému odtoku. Výsledkem jsou časté menší povodně, kdy na příkrých svazích následně dochází k odnosu zemědělské půdy, což má za následek zanášení a eutrofizaci nádrží v dolním úseku toku až po soutok s Rokytnou. Dalším problémem na toku je, že pole jsou obhospodařována až po břehy potoků, což způsobuje zanášení koryt a následnou eutrofizaci.

Hlavními příčinami zvýšených povodní v povodí Štěpánovického potoka jsou malá zalesněnost povodí, velké délky svahů s malou členitostí a samotné svahy jsou příliš příkré. Chybí zde protierozní opatření a minimální je také střídání pěstovaných plodin. Přímá koryta toku a přítoků jsou opevněny dlažbou a nejsou zde umožněny rozlivy do inundačních prostor. (Marcián, 2000)

2.5 Klimatické poměry

Podle Quittovi klasifikace se klima v České republice rozděluje do dvaceti tří jednotek, které jsou umístěny ve třech klimatických oblastech a to teplé, mírně teplé a chladné. Podle Quitta spadá zájmová oblast do podnebí mírně teplého

Průměrná lednová teplota se v této oblasti pohybuje v rozmezí -2 až -3 °C, zatímco průměrná červencová teplota se pohybuje v rozmezí 16 až 17 °C. Průměrné množství srážek v zimním období odpovídá 250 až 300 mm, což je podstatně méně než v období vegetačním, kdy se úhrny srážek pohybují od 400 do 450 mm. Sněhová pokrývka se v území nachází v průměru od šedesáti do osmdesáti dní. Počet letních dní je v zájmové oblasti uváděn v rozsahu třiceti až čtyřiceti dní zatímco mrazových dní je v průměru sto deset až sto třicet. Měsíční úhrny srážek v daném území jsou uvedeny v Tabulce č. 2. (ČHMÚ)

Tabulka 2: Měsíční úhrny srážek daného území (ČHMÚ)

Měsíc	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Srážky (mm)	25,3	17,1	19	22,8	140,3	30	117,9	115,7	120,9	27,5	36	28,6

3 HODNOCENÉ PARAMETRY

V následujících kapitolách jsou uvedeny a popsány všechny stanovované hydrochemické parametry. Jsou zde popsány závislosti jednotlivých parametrů a jejich význam ve vodním recipientu.

3.1 Teplota

Teplota vody se řadí mezi jeden z významných ukazatelů jakosti a vlastností vody. Mezi parametry, které teplota vody ovlivňuje, patří chemická a biochemická reaktivita a to v rozmezí od 0 °C asi do 30 °C. Většina biochemických procesů při teplotách blízkých se nule ale probíhá velmi zvolna nebo vůbec ne. Obecně tedy platí, že rychlost reakce se zvyšuje s nárůstem teploty vody. Údaj teploty je tedy nezbytně nutný pro výpočet chemických rovnováh, nebo chemické spotřeby kyslíku. Teplota povrchové vody je důležitým faktorem ovlivňujícím také rozpustnost kyslíku. Zde platí, že čím teplejší voda je, tím méně je schopna pojmout rozpuštěného kyslíku což může být limitující pro život vodních organismů. (Pitter, 2009, www.water.usgs.gov)

Může ovlivnit také fyzikální a chemické vlastnosti vody, jako je například zvýšení rozpustnosti a následný nárůst toxicity některých látek. Mezi látky, které zvyšují svoji toxicitu na základě teploty, patří například těžké kovy, amoniak, rozpuštěný kyslík nebo vodivost vody. Pokud se pak teplota vody zvýší o každých 10 °C, toxicita amoniaku se zdvojnásobí.

Vodivost vody je ovlivněna viskozitou, která je závislá na teplotě. Vodivost se zvyšuje přibližně o 2 - 3 % na 1 °C, proto se pro srovnání vodivosti standardně používá specifická vodivost upravené na 25 °C. (www.fondries.com)

Podle nařízení vlády č. 23/2011 Sb. je maximální přípustná teplota povrchových vod 29 °C. Při povolení vypouštět odpadní vody do povrchových toků nesmí teplota, podle nařízení vlády č. 82/1999 Sb., překročit 26 °C.

3.2 Hodnota pH

Hodnota pH je vlastnost vody, která je závislá na koncentraci vodíkových iontů (Langhammer, 2002). Rovněž i tento parametr je nezbytnou součástí základního rozboru

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka vody. Jeho hodnota, společně s oxidačně-redukčním potenciálem, má významný vliv na hodnoty chemických a biochemických procesů ve vodě.

Hodnota pH je pro vodní organismy velmi důležitá a to nejen vzhledem k tomu, že acidita prostředí má vliv na průběh biochemických dějů v živých buňkách, ale především také proto, že na reakci vody mnohdy závisí i účinek a biologická využitelnost většiny přítomných látek. (www.standardmethods.org) Pokud dojde ke změně hodnoty pH ve vodním prostředí, může to mít trvalé následky a vliv na rozpustnost fosforu a dalších živin. Výrazný pokles hodnoty pH má vliv například na uvolňování těžkých kovů. (www.fondriest.com) Na základě toho jakou hodnotu pH voda má, lze také rozlišit určité formy výskytu některých prvků. Také je možné posoudit agresivitu vody.

Při úpravě a čištění odpadní vody rovněž ovlivňuje většinu chemických, fyzikálně-chemických a biologických procesů, které se při této úpravě používají. V souvislosti s destilovanou vodou se uvádí jako ideální hodnota $\text{pH} = 7$, u čisté povrchové a prosté podzemní vodě se hodnota pH pohybuje v rozmezí 4,5 až 9,5. Povrchová voda by měla mít hodnotu pH od 6 do 8,5. Tato hodnota je však závislá na uhličitánové rovnováze. (Pitter, 2009, www.water.usgs.gov) Nařízením vlády č. 23/2011 Sb. je optimální rozmezí hodnot pH stanoveno na 6 - 9.

3.3 ZNK, KNK

Neutralizační kapacita vody je vyjádřena schopností vázat vodíkové nebo hydroxidové ionty. Tato vlastnost je dána různými protolytickými systémy. U přírodní vody je převažující systém uhličitánový. Nejdůležitějším protolytickým systémem v přírodních vodách je uhličitánový systém (oxid uhličitý CO_2 , hydrogenuhličitany HCO_3^- , uhličitany CO_3^{2-}), který významně ovlivňuje jejich složení a vlastnosti (hodnotu pH, neutralizační a tlumivou kapacitu, agresivitu). Zastoupení jednotlivých forem výskytu CO_2 ve vodě bylo vypočítáno z hodnot neutralizačních kapacit ($\text{KNK}_{4,5}$, $\text{ZNK}_{8,3}$) pro jednotlivé hodnoty pH, a proto byl obsah volného oxidu uhličitého považován pouze za orientační. Mezi procesy, které snižují hodnotu pH a $\text{KNK}_{4,5}$ patří například oxidace železa a manganu, nitrifikace nebo chlorace. (Pittner, 2009)

Neutralizační kapacita je považována za významnou vlastnost všech typů vody. Z pravidla je vyjadřována jako látkové množství silné jednosytné kyseliny nebo silné jednosytné zásady, které se spotřebuje na litr vody k určité hodnotě pH. Neutralizační

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

kapacita se rozlišuje na kyselinovou (KNK) nebo zásadovou (ZNK), stanovení těchto kapacit je uvedeno v Tabulce č. 3. Použití těchto metod je závislé na tom, zda je hodnota pH sledovaného vzorku zvyšována nebo snižována. ZNK nám podává informace o rozpuštěných látkách ve vzorku vody, KNK nám podává informace navíc i o částicích ve vzorku nefiltrované vody. Informace o hodnotách ZNK a KNK také udávají informace o vhodnosti použití vody k závlaze nebo účinnosti čistících procesů u odpadní vody. (www.water.usgs.gov) Pro každý vzorek lze stanovit pouze dvě neutralizační kapacity a to takto. (Horáková, 2007) Legislativně nejsou mezní hodnoty ZNK a KNK stanoveny.

Tabulka 3: Stanovení neutralizačních kapacit (Horáková, 2007)

pH vzorku	Lze stanovit
$\text{pH} < 4,5$	$\text{ZNK}_{4,5}$, $\text{ZNK}_{8,3}$
$4,5 < \text{pH} < 8,3$	$\text{KNK}_{4,5}$, $\text{ZNK}_{8,3}$
$\text{pH} > 8,3$	$\text{KNK}_{4,5}$, $\text{KNK}_{8,3}$

3.4 Konduktivita

Součástí každého chemického rozboru vody bývá také konduktivita, která umožňuje odhadnout koncentraci iontově rozpuštěných látek a celkovou mineralizaci vody. V podstatě lze hodnotou konduktivity vyjádřit koncentrace organických i anorganických součástí vody. Na základě hodnot konduktivity lze zjistit, zda je nutné vzorek ředit či nikoli.

Konduktivita je závislá na koncentraci iontů a jejich náboji, pohyblivosti a na teplotě. (Horáková, 2007). Pokud dojde ke změně vodivosti v důsledku povodní, odpaření nebo umělého znečištění, může to mít velký vliv na kvalitu vody.

Náhlé zvýšení konduktivity může indikovat například zemědělské znečištění nebo únik odpadních vod. Toto zvýšení je zapříčiněné přítomností chloridů, fosfátových a dusičnanových iontů. Naopak náhlý pokles konduktivity je zapříčiněn únikem ropy nebo jiných organických sloučenin. (www.fondriest.com)

Přírodní a užitková voda však může obsahovat organické látky pouze v malém množství, proto je v tomto případě hodnota konduktivity určena obsahem anorganických iontů. (Pitter, 2009) Konduktivita prosté a povrchové vody by se měla pohybovat v rozmezí od 5 až do 50 mS/m. Některá průmyslová voda však může mít hodnotu vyšší

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka než 103 mS/m. (www.analyzavody.cz) Legislativně není mezní hodnota konduktivity určena. Pouze v ČSN 75 7221 je pro I. jakostní třídu stanovena hodnota <40 mS/m.

3.5 Rozpuštěný kyslík

Rozpuštěný kyslík (O_{rozp}) je nejrozšířenějším plynem rozpuštěným ve vodě, který s ní netvoří iontové sloučeniny. Do vody se dostává prostřednictvím atmosféry, procesem fotosyntézy a následně je spotřebován bakteriemi, které ho rozkládají na organický materiál. Rozpuštěný kyslík a celkově kyslíkový režim ve vodě ovlivňují všechny chemické i biologické procesy v ní probíhající. Množství kyslíku ve vodě je velmi důležité například pro ryby i jiné organismy a vyjadřuje celkovou čistotu vody. Pokud dochází ve vodě k velké produkci řas, které vyčerpávají množství kyslíku, může dojít až k procesu eutrofizace. (<http://water.epa.gov>)

Aktuální obsah rozpuštěného kyslíku pochází jednak z rearerace, která závisí zejména na rychlosti proudění, teplotě a rychlosti větru a jednak z fotosyntetické činnosti vodních rostlin. Rostlinný podíl na produkci kyslíku závisí především na druhu a množství rostlin (makrovegetace i fytoplankton), na délce a intenzitě efektivního osvětlení a na dostatku vhodných živin. V nezkalené vodě s bohatou vegetací a fotosyntetickou aktivitou může výrazně narůst množství rozpuštěného kyslíku v prosvětlené (eufotické) vrstvě. Kolísání rozpuštěného kyslíku během dne souvisí s intenzitou fotosyntézy a také se změnami teploty během dne. Jeho maximální koncentrace je obvykle dosažena v pozdním odpolední, kdy může docházet až k přesycení vody. (Sanwyer, McCarty, Parkin, 2003) Pokud pak koncentrace klesne pod určitou úroveň, bude docházet k nárůstu rybí úmrtnosti (www.fondries.com, Horáková, 2007; Langhamer, 2002; Clesceri, Eaton, Rice, 2005; Titze, Walter, et al., 2008).

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. v platném znění a udává průměrnou hodnotu rozpuštěného kyslíku v povrchových vodách >9 mg/l.

3.6 Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) je ukazatelem, který značí spíše znečištění z průmyslové výroby, ale také z oblasti komunální sféry. Stanovení udává informace o celkovém organickém znečištění bez ohledu na to, zda se jedná o biologicky rezistentní látky nebo ne. (Sanwyer, McCarty, Parkin, 2003) Pokud jde o látky z průmyslu, jedná se především o rezistentní organické látky. Z komunální sféry se do vodních toků mohou

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka
dostat biochemicky rozložitelné látky, ale také specifické organické látky jako například
tenzidy, detergenty atd.

Stanovení chemické spotřeby kyslíku se provádí dvěma titračními metodami a to pomocí manganistanu draselného nebo pomocí dichromanu. (Langhamer, 2002) Titrace dichromanem draselným se používá zásadně pro odpadní vody, protože má větší oxidační účinnost. Pro stanovení ostatních druhů vod se používá titrace manganistanem draselným. (Pitter, 2009) CHSK lze definovat jako hmotnostní koncentraci kyslíku, která je ekvivalentní hmotnosti činidla, které se při titraci spotřebovalo za určitých stanovených podmínek. Oxidace látek probíhá v kyselém prostředí a za určité teploty. (Horáková, 2007)

Obsah organických látek je ve vodě různý, proto chemická spotřeba kyslíku (CHSK) patří mezi nescifické ukazatele vody a jeho hodnota slouží pouze k odhadu organického znečištění vody. Stanovení CHSK tedy na rozdíl od stanovení BSK, které se používá jako míra koncentrace jen biologicky rozložitelných organických látek, postihuje organické látky biologicky rozložitelné i nerozložitelné. Starší legislativní předpis, nařízení vlády č. 82/1999 Sb., udává mezní hodnotu $CHSK_{Mn}$ 20 mg/l.

Poměrné zastoupení biologicky rozložitelných látek ve vodě lze odhadnout z poměru BSK k CHSK. Čím je hodnota tohoto podílu větší, tím více biologicky rozložitelných látek voda obsahuje. Voda, která obsahuje snadno biologicky rozložitelné látky, má hodnotu poměru BSK:CHSK větší než 0,5. U čisté povrchové vody by pak tento poměr měl nabývat hodnot menších než 0,1. (www.ncbi.nlm.gov)

3.7 Biochemická spotřeba kyslíku

Hodnotu biochemické spotřeby kyslíku (BSK) vyjadřuje hmotnostní koncentraci rozpuštěného kyslíku, který je spotřebován za určitých stanovených podmínek biochemickou oxidací organických popřípadě anorganických látek. Zmíněnými anorganickými látkami je myšlen amoniakální dusík popřípadě dusitany, které podléhají procesu nitrifikaci. Hodnotu BSK lze považovat za míru koncentrace biologicky rozložitelných organických látek obsažených ve vodě. V čisté vodě je ukazatelem přítomnosti přirozených organických látek (NMO) jako jsou například huminové látky. Je také důležitým ukazatelem kyslíkového režimu vody, vzhledem k tomu, že organické látky stanovené jako BSK hrají důležitou úlohu při odčerpávání rozpuštěného kyslíku z vody. (Sanwyer, McCarty, Parkin, 2003; Clesceri, Eaton, Rice, 2005; Titze, Walter, et al., 2008)

Hodnota BSK patří mezi důležité ukazatele kyslíkového režimu vody. Má velmi dobrou vypovídající hodnotu o celkové čistotě nebo znečištění vody. Tato hodnota se obvykle stanovuje u povrchové, odpadní splaškové, městské a průmyslové odpadní vodě. (Horáková, 2007) Ovšem průběh BSK je závislý na reakční době. Délka inkubační doby byla stanovena na pět dní a výsledkem je pětidenní biochemická spotřeba, která se označuje jako BSK₅. (Pitter, 2009; Lei, 2006). BSK₅ nám tedy udává množství kyslíku, které se spotřebuje při biochemické oxidaci látek nacházejících se ve vodě po dobu pěti dnů, při teplotě 20 °C.

Optimální hodnota BSK₅ ve vodě je stanovena nařízením vlády 23/2011 Sb. na 3,8 mg/l.

3.8 Chloridy

Chloridy (Cl⁻) se do vody mohou dostávat z hornin a půdy, kterého obsahují v množství 10 mg až 500 mg chloridů na 1 kg. Působením zvětrávacích procesů dochází k jejich uvolňování do vody, ale sloučeniny chloru mohou být také vulkanického původu. Rozpustnost chloru je také závislá na hodnotě pH, se vzrůstající hodnotou pH dochází k větší rozpustnosti z důvodu přeměny chloru na chlornany. (Pitter, 2009) Množství těchto látek ve vodě vzrostlo také na základě používání posypových solí (www.uri.edu).

Chloridy se řadí mezi nejběžnější formu výskytu sloučenin chloru, který se ve vodách vyskytuje. V tomto prostředí je chemicky i biologicky stabilní a vyskytuje se ve všech druzích vody, ale liší se koncentrací. V přírodní vodě chloridy patří mezi základní anionty, ale v odpadní a průmyslové vodě se vyskytují ve vysokých koncentracích. Pokud je tedy v přírodní vodě koncentrace chloridů vysoká, lze tak prokázat znečištění splaškovými nebo průmyslovými vodami. (Horáková, 2007) Z tohoto důvodu má voda používaná v průmyslu maximální doporučené množství chloridů, aby nedošlo ke kontaminaci sladkovodních toků nebo jezer. Vysoký obsah chloridů má nepříznivý vliv na vodní živočichy. (www.state.ky.us)

Toxicita chloridů u člověka nebyla pozorována, výjimkou jsou srdeční selhání v důsledku velkého množství chloridu sodného. Zdraví jedinec může tolerovat příjem i velkého množství chloridů za předpokladu, že má dostatečný příjem pitné vody. (www.who.int)

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovuje mezní hodnotu chloridů u povrchové vody na 150 mg/l.

3.9 Vápník a hořčík

Vápník s hořčíkem se ve vodě vyskytují společně a pomocí jejich hodnot lze určit tvrdost vody. Zvýšená tvrdost vody může mít vliv na kardiovaskulární systém. Ve vodě jsou problémová hlavně změkčovadla, protože vápník a ionty hořčíku negativně ovlivňují čisticí sílu pracích prostředků. (www.manoramaonline.com) Problém tedy spočívá v tom, že v oblastech s tvrdou vodou se používá větší množství pracích prášků a to pak způsobuje problémy při čištění odpadních vod. (www.lenntech.com)

Vápník (Ca^{2+}) je řazen mezi důležité kationty v povrchové vodě, do které se dostává vyluhováním vápence, dolomitu a sádrovce. Z tohoto velkého zastoupení v minerálech vyplývá, že vápník bude ve vodě zastoupen velmi hojně a to až ve stovkách miligramů na litr. Jsou v úzkém vztahu s geologickým podložím. Pokud jsou hodnoty vápníku vyšší z dlouhodobého hlediska, je to dáno charakterem sedimentů kvartérních usazenin. Antropogenními zdroji jsou průmyslová odpadní voda z důlní činnosti nebo chemického průmyslu. (Langhamer, 2002).

Hořčík (Mg^{2+}) je ve vodě obecně zastoupen méně než vápník, což je zapříčiněno menším výskytem hořčíku v zemské kůře a také tím, že podléhá sorpci a výměně iontů při styku s vodou. Koncentrace hořčíku se pohybuje v desítkách miligramů na litr. V prosté podzemní a povrchové vodě je tedy hmotnostní koncentrace vápníku několikanásobně vyšší než hořčíku. Optimální hmotnostní poměr Ca:Mg je kolem 4. (Pitter, 2009) Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovilo hodnotu vápníku v povrchových vodách na 190 mg/l a hořčíku na 120 mg/l.

3.10 Dusičnany

Společně s amonnými ionty jsou dusičnany přítomné v povrchové vodě. Výrazněji však zde převládá antropogenní výskyt. Jejich vznik je spjat s nitrifikací amoniakálního dusíku a jsou také konečným stupněm rozkladu dusíkatých organických látek. Dalším antropogenním zdrojem jsou dusíkatá hnojiva. Jejich koncentrace se vyjadřuje jako dusičnanový dusík N-NO_3^- . Obecně dusičnany patří mezi čtyři hlavní anionty vyskytující se ve vodě a jejich koncentrace je ovlivněna se vzrůstajícím počtem obyvatel

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

a zemědělskou činností. Lze říci, že za oxických podmínek jsou stabilní, ale za podmínek anoxických podléhají biologické denitrifikaci a následně vzniká oxid dusný. Dusičnany jsou stabilní i za relativně vysokých hodnot oxidačně-redukčního potenciálu, ale při anoxických podmínkách mohou podléhat redukci až na elementární dusík. Mezi nejdůležitější z biochemických přeměn patří oxidace amoniakálního dusíku na dusitany až dusičnany. (Pitter, 2009) Z primárního hlediska nemají dusičnany ve vodě na zdraví lidí žádný význam, ale pokud dojde k jejich denitrifikaci na oxid dusný, stávají se již nebezpečnými (Horáková 2007; www.ncbi.nlm.nih.gov).

Pro vodní živočichy a rostliny není přirozené množství dusičnanů ve vodě nijak nebezpečné. Pokud se ale jejich koncentrace zvýší, může dojít až k jejich úhynu. Příčinou zvýšení jejich koncentrace pak může být znečištění toku zemědělskou činností nebo průmyslovým znečištěním. (www.wheatleyriver.ca) Dalším důsledkem zvýšeného množství dusičnanů ve vodě je vznik eutrofizace, která se projevuje nadměrným růstem vodních řas. Následný úhyn a rozklad těchto rostlin způsobuje, že v důsledku rozkladných procesů je v nádrži malé množství rozpuštěného kyslíku, což vede k úhynu vodních živočichů. (www.ruf.rice.edu)

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovilo hodnotu dusičnanů v povrchové vodě na 5,4 mg/l.

3.11 Amoniakální dusík

Amoniakální dusík patří mezi nejběžněji prováděná stanovení ve vodě. (Horáková, 2007) Přirozenou cestou se do vody amoniakální dusík nedostává, jelikož minerály a jednoduché amonné soli se v přírodě nevyskytují. Jedinou možností výskytu jsou pak antropogenní zdroje.

Jelikož je amoniakální dusík primárním produktem rozkladu většiny organických dusíkatých látek a to jak původu rostlinného tak i živočišného, jeho nejvýznamnějším zdrojem jsou proto splaškové vody. Kromě vody splaškové se jedná také o odpadní vodu ze zemědělských výrob a splachy dusíkatých hnojiv. (Aziz, 2004; Pitter, 2009).

V přírodní vodě se vyskytuje v koncentraci do 0,2 mg/l a to v závislosti na hodnotě pH je zastoupen disociovanou formou NH_4^+ nebo nedisociovanou NH_3 . Disociace NH_4^+ na NH_3 je podporována zvyšující se teplotou. (Langhammer, 2002; Tyson, Treadwell, Simonne 2011) Tato forma dusíku je přítomna téměř ve všech druzích vody, ale ve vodě přírodní bývá

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka jeho koncentrace velmi malá. Závislost hodnoty pH na zastoupení disociované nebo nedisociované formy je uvedena v Tabulce č. 4.

Tabulka 4: Procentuální zastoupení formy amoniaku v závislosti na pH (převzato z: Langhammer, 2002)

Hodnota pH	6	7	8	9	10	11
NH ₃ (%)	0	1	4	25	78	96
NH ₄ (%)	100	99	96	75	22	4

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. udává průměrné množství amoniakálního dusíku v povrchových vodách 0,23 mg/l.

3.12 Orthofosforečnany

Za nejdůležitější biogenní prvek určující ve vodě výši primární produkce fytoplanktonu se všeobecně pokládá fosfor. Je to dáno rozdílem mezi jeho poměrným zastoupením v živých organismech a jeho zdroji v životním prostředí. V organismech je podíl fosforu vyšší a stálý, v prostředí nižší a proměnlivý, což způsobuje jeho sedimentární cyklus a proměnnou intenzitu využití rostlinami. Přírodní cestou se fosfor dostává do vody vyluhováním z půdy, minerálů a zvětralých hornin. Výrazněji se ovšem do vody dostává cestou antropogenní a to zejména z pracích, čistících, odmašťovacích a mycích prostředků, ale také aplikací fosforečných hnojiv. (Pitter, 2009; www.ajol.info)

Fosfor se ve vodě vyskytuje v organických nebo anorganických sloučeninách. Anorganické formy jsou orthofosforečnany a polyfosforečnany, nejčastější formou výskytu jsou orthofosforečnany. Fosforečnanové ionty se lehce váží na železo, hliník a vápník, se kterými vytváří jednoduché soli nebo komplexy, jejichž rozpustnost je závislá na hodnotě pH a nasycení vody kyslíkem. (Gnandil, et al., 2006; www.hgfl0.vsb.cz) Forma anorganická i organická může být ve vodě rozpustná, ale také nemusí (www.water.epa.gov). Organický i anorganický fosfor je obsažen v živočišných odpadech.

Analyticky je fosfor dělen na celkový, orthofosforečnanový a vázaný. Orthofosforečnany se řadí mezi anorganické formy výskytu. Z orthofosforečnanů jsou rozlišovány například tyto formy PO₄³⁻, HPO₄²⁻, H₂PO₄¹⁻ a další. (Pitter, 2009) Orthofosforečnany se ve vodě vyskytují nejčastěji a to, v jaké formě jsou zde přítomny, ovlivňuje hodnota pH. Při pH vody 7,2 převládá HPO₄²⁻, pokud je hodnota pH ve vodě vyšší než 7,2 převažující je HPO₄²⁻. (Horáková, 2007).

Nejnovější studie ukazují, že rychlost uvolňování fosforu je velmi ovlivněna procesy dekompozice, zahrnujícími činnost mikroorganismů, a tudíž spíše biologickými, než chemickými mechanismy. Baktérie se přímo účastní uvolňování rozpustného reaktivního fosforu (SRP) do vody, které následuje po rozpadu jejich buněk. V anaerobních podmínkách probíhá uvolňování mikrogranulí polyfosforečnanů, které byly dříve za aerobních podmínek akumulovány. Ať jsou přesné mechanismy jakékoli, biologické uvolňování je velmi důležité. Odhadem 10 - 75 % fosforu není adsorbováno, ale vázáno v buňkách mikroorganismů.(www.soest.hawaii.edu)

Hodnota orthofosforečnanů není nařízením vlády č. 23/2011 Sb. stanovena. Toto nařízení ovšem stanovuje mezní hodnotu celkového fosforu na 0,15 mg/l.

3.13 Sírany

Společně s hydrogenuhličitaný se sírany řadí mezi hlavní anionty přírodní vody, přičemž sírany jsou hlavním zdrojem mineralizace vody. Zvyšuje se tím její vodivost a její korozivní potenciál.

Jejich výskyt je často spjat s geologickým podložím. Hlavním zdrojem síranů ve vodě je sádrovec a anhydrit. Dále mohou vznikat oxidací sulfidických rud. Oxidace sulfidů, především pyritu, ale i jiných sulfidických minerálů má velký environmentální význam a sehrává klíčovou úlohu při formování především kyselé důlní vody. Jsou zdrojem železa a síranů v podzemní vodě a stopových prvků ve vodném, půdním a horninovém prostředí. (www.vuvh.sk; Sud, Mahajan, Kaur, 2007)

Z antropogenních zdrojů jsou uvolňovány především do odpadní vody z mořiren kovů. (Pitter, 2009) Sírany ovšem nemají z hlediska jakosti na vodu velký význam. Pokud se ve vodě nachází velký obsah síranů, může docházet k agresivním reakcím vůči betonu. (Langhamer, 2002). Tyto anionty také podporují korozi potrubí, konstrukcí a zařízení.

V přírodní vodě se nevyskytují ve velkém množství, obvykle se jedná o desítky nebo stovky mg/l, ale v minerálních vodách už je jejich výskyt větší. (Horáková, 2007) Světová zdravotnická organizace (WHO) stanovila maximální přípustnou úroveň síranu ve vodě na 500 mg/l, ale mnoho zemí doporučuje mnohem nižší hodnoty, například Brazílie a USA doporučuje 250 mg/l. Obdobně Česká republika doporučuje snížené limity pro sírany ve vodě (200 mg/l). (Iowa DNR, 2009)

3.14 Celkové železo

Přírodní cestou se železo uvolňuje do vody z železných rud. Jedná se například o pyrit (FeS_2), magnetovec (Fe_3O_4) nebo limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Železo mohou také obsahovat některé hlinitokřemičitany. Do vody se však železo uvolňuje jen málo. Antropogenní cestou se do vody dostává zejména průmyslovými odpady z mořírén kovů, válcoven a podobně.

Ve vodě se tento kov vyskytuje v několika formách, které jsou závislé na hodnotě pH. Nachází se zde ve dvou oxidačních stupních a to II a III. Ve dnových sedimentech, kde jsou anoxické podmínky, se vyskytuje pouze v oxidačním stupni II., ale ve vodě s obsahem rozpuštěného kyslíku v oxidačním stupni III, což je jeho nejstabilnější forma. (Pitter, 2009) V rozmezí pH 5,0 – 9,0 jsou čtyři druhy železa a to Fe^{2+} , $\text{Fe}(\text{OH})^+$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ a $\text{Fe}(\text{OH})_3$. $\text{Fe}(\text{OH})^+$ může katalyzovat rozpuštění ferrihydritu a $\text{Fe}(\text{OH})_2$ může vyvolat transformaci z ferrihydritu na hematit. FeOH^+ je hlavní druh vyskytující se při hodnotě pH = 7,0 a $\text{Fe}(\text{OH})_2$ při pH = 9,0. (Baik, et al., 2013; Tekerlekopoulou, Vasiliadou, Vayenas, 2006) Pod pojmem celkové železo se rozumí jeho rozpustné i nerozpustné formy (Horáková, 2007).

Železo v oxidačním stupni II je velmi reaktivní a působí jako redukční činidlo pro prvky jako Hg(II), As(V), U(VI), Cr(VI), nebo Cu(II). Kromě toho Fe(II), může silně ovlivnit Fe(III), rychlost rozpouštění minerálů oxidu železa v přítomnosti organických aniontů a může i katalyzovat přeměnu Fe(III). Kromě toho Fe(II) je mnohem lépe oxidovatelné. (Hiemstra, Riemsdijk, 2006) Pokud Fe(II) oxiduje na Fe(III) v neutrální nebo alkalické oblasti, může se lehce vytvořit ferrihydrit z důvodu nízké rozpustnosti Fe(III), v těchto oblastech hodnot pH. (Baik, et al., 2013; Tekerlekopoulou, Vasiliadou, Vayenas, 2006).

Železo se ve vodě vyskytuje společně s manganem, ale jeho koncentrace by měla obvykle mírně převyšovat. U železa dochází zejména na jaře a na podzim k cirkulaci u vodních nádrží a následnému rozptýlení ze dna celého objemu nádrže. V létě a zimně dochází k jeho stagnaci ke dnu. Železo je pak nebezpečné ve vodě určené pro chov ryb, kdy může dojít k usazování nerozpustné formy Fe(III) na žábrách. Následně pak dochází k úhynu ryb udušením. Pro chov kaprovitých ryb by neměla hodnota železa překročit 0,2 mg/l (Pitter, 2009).

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovilo hodnotu železa v povrchových vodách na 1 mg/l.

3.15 Celkový mangan

Mangan je přirozenou součástí povrchové i podzemní vody a zpravidla doprovází železo. Do vody se uvolňuje z půdy a sedimentů nebo také z manganových rud. Mezi manganové rudy patří například pyroluzit (MnO_2), hausmanit (Mn_3O_4) nebo manganit [$\text{MnO}(\text{OH})$]. Vyluhování z horninového prostředí napomáhá přítomnost oxidu uhličitého (CO_2) a huminových látek. Mangan je významnou součástí dnového sedimentu a jeho koncentrace se pohybuje řádově v jednotkách gramů na jeden kg sušiny. Antropogenními vlivy se mangan dostává do průmyslové vody a to zejména ze zpracování rud, metalurgických závodů nebo z chemického průmyslu.

Ve vodě se mangan může vyskytovat hned v několika oxidačních stupních a to II, III a IV ale také může být organicky vázaný (Mohan, Chander, 2006, Pitter, 2009). Ve vodném roztoku se nachází buď v rozpuštěné formě jako jednoduché ionty (manganaté), nebo ve vyšších nerozpuštěných formách, většinou jako $\text{Mn}(\text{OH})_4$. (Kazemipour, et al., 2008) Forma jeho výskytu závisí především na koncentraci kyslíku, rozpustnosti sloučenin manganu ve vodě, hodnotě pH, redox potenciálu, hydrolýze, přítomnosti komplexotvorných anorganických a organických látek, teplotě vody a samotném jejím složení (např. na obsahu CO_2). (Barkolová, Ilavský, 2010)

Oxidačně-redukční procesy manganu, mají vliv na jeho vertikální stratifikaci v nádržích. Zejména v období podzimu a jara dochází k cirkulaci manganu a ten je rozptýlen po celé nádrži. Hodnoty manganu tak mohou být dočasně zvýšeny, ale neměly by být vyšší než hodnoty železa. Velmi vysoké hodnoty lze pak zaznamenat zejména u kyselé vody z okolí rudných nalezišť.

V povrchové vodě se může vyskytovat jako nerozpustný oxid manganičitý (MnO_2). V podzemní vodě je jeho nejstabilnější formou Mn^{2+} , což je důsledkem redukčních podmínek anaerobního prostředí a také jiných oxidačních činidel. (Biela, 2012; Doula, 2006) Pokud je ve vodě obsažen rozpuštěný kyslík, mangan bude v oxidačním stupni II nestabilní a bude docházet k jeho oxidaci. V kyselém a neutrálním prostředí se mangan vyskytuje hlavně v rozpuštěné formě jako hydratovaný kation $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Dále se mohou vyskytovat komplexy $[\text{MnOH}]^+$, $[\text{Mn}(\text{OH})_3]^-$, $[\text{MnHCO}_3]^+$ a $[\text{MnSO}_4(\text{aq})]^\circ$ a při vyšších koncentracích

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

chloridů i různé chlorkomplexy jako $[\text{MnCl}]^+$, $[\text{MnCl}_2]^\circ$ a $[\text{MnCl}_3]^-$. (Biela, 2012; Doula, 2006; Das, et al., 2011)

Důležitým aspektem biogeochemického chování manganu jsou jeho změny rozpustnosti, v závislosti na změně oxidačního stavu. V oxickém prostředí, v oblasti neutrálních nebo zásaditých hodnot pH, se mangan lehce oxiduje a tvoří velmi nerozpustné Mn(III/IV) oxidy. V kyselém a anaerobním prostředí je mangan přítomný v redukované a více rozpustné formě Mn(II). Ve vodném prostředí při konstantní teplotě a tlaku je biogeochemické chování manganu řízené hodnotami pH a Eh, přítomností anorganických látek (např. CO_3^{2-}) a organickými ligandy. (Richard, Sundby, Mucci, 2013)

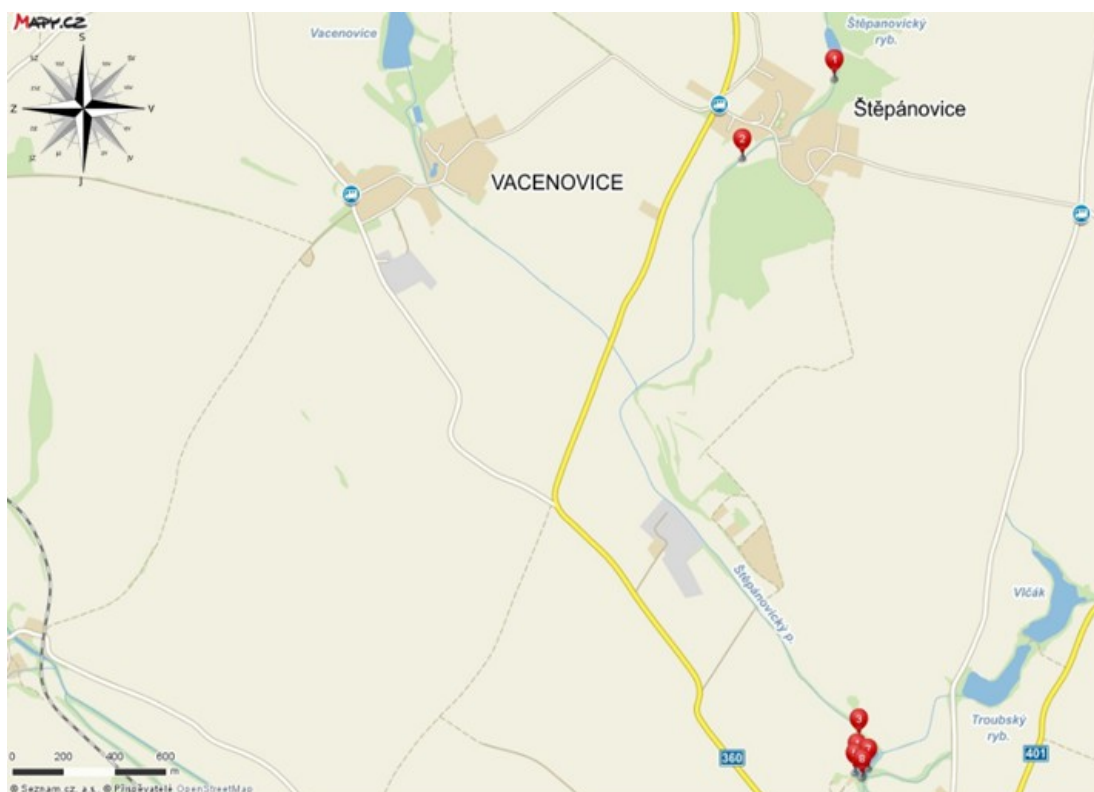
Množství manganu ve vodě je nařízením vlády č. 23/2011 Sb. stanoveno na 0,3mg/l.

4 PRAKTICKÁ ČÁST

V následujících kapitolách budou podrobněji popsána odběrová místa, metodika odběru vzorků, metody analýz a způsob vyhodnocení výsledků jednotlivých analýz.

4.1 Popis odběrových míst

Pro vyhodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody ve Štěpánovickém potoce bylo stanoveno celkem pět odběrových míst, která byla vybrána tak, aby měla co největší vypovídající hodnotu o možném znečištění. První místo je umístěno před obcí, druhé za obcí. Další odběrová místa jsou situována v Jaroměřicích nad Rokytnou, kde se potok částečně vlévá do rybníka, kterému se říká Zelinářský. Jedná se o průtočný rybník, který je chovný. Tento rybník je brán jako vodní plocha zařazená v ÚSES a je součástí funkčního lokálního biocentra s vodními a mokřadními společenstvy V Košíkovém. Odběrová místa jsou umístěna před vtokem do Zelinářského rybníka a na výtoku. Posledním odběrovým místem je směsný vzorek z rybníka. Téměř celá délka potoka je osázena stromy a je zastíněna. Detailnější popis jednotlivých míst je uveden v následujících kapitolách. Přibližná poloha všech odběrových míst na toku je na Obrázku č. 5.



Obrázek 5: Mapa přibližné polohy všech odběrových míst (převzato z www.mapy.cz)

4.1.1 Odběrové místo č. 1

První odběrové místo (Obrázek č. 6) bylo umístěno za splavem Štěpánovického rybníka. Vybráno bylo s ohledem na skutečnost, že potok v tomto úseku teprve vtéká do obce. Odběry byly prováděny na pravém břehu z důvodu špatně dostupného terénu. Svahy toku jsou porostlé bezem černým (*Sambucus nigra*) a hojně se zde vyskytuje kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Stromové patro je zde tvořeno převážně olší lepkavou (*Alnus glutinosa*), vrbou křehkou (*Salix fragilis*.) a břízou pýřitou (*Betula pubescens*). Poměry levého a pravého břehu zde nejsou srovnatelné. Na pravé straně toku se vyskytuje zemědělsky intenzivně obhospodařovaná plocha, zatímco na levé straně se nachází skalnatá vyvýšenina. Odběrové místo se nachází na souřadnicích: 49°7'30.816"N 15°53'20.375"E.



Obrázek 6: Odběrové místo č. 1. (září, 2014)

4.1.2 Odběrové místo č. 2

Druhé odběrové místo (Obrázek č. 7) bylo umístěno za obec po směru toku. Odběr zde byl tentokrát prováděn z levého břehu a to z důvodu dostupnosti. Po levém břehu se nachází pravidelně kosená louka a přístup k toku byl snadný. Na pravém břehu se vyskytuje intenzivně obhospodařovaná zemědělská plocha. Poblíž místa odběru hojně roste porost rákosu obecného (*Phragmites australis*). Břehy jsou opět porostlé kopřivou dvoudomou (*Urtica dioica*). Stromové patro je zde složené s olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a vrb (*Salix sp.*). Přesné GPS souřadnice odběrového místa jsou: 49°7'20.946"N 15°53'1.701"E.



Obrázek 7: Odběrové místo č. 2. (září, 2014)

4.1.3 Odběrové místo č. 3

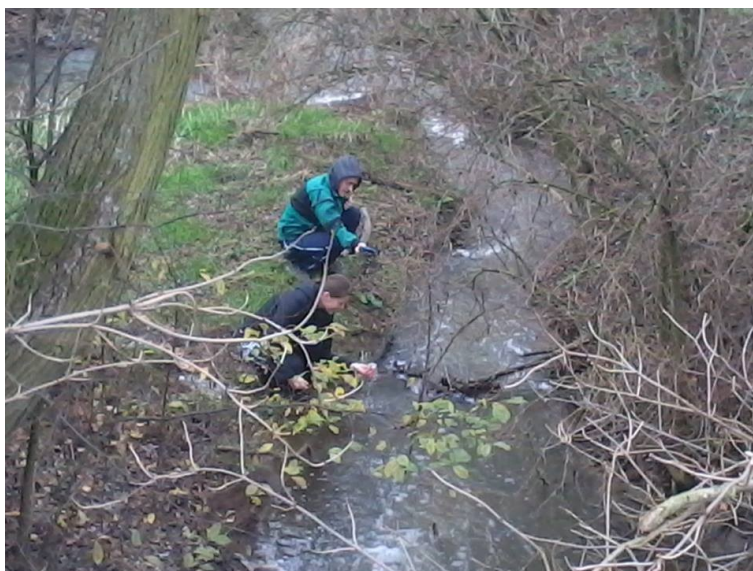
Toto odběrové místo (Obrázek č. 8) bylo vybráno na území Jaroměřic nad Rokytnou, kam se dostaneme po silnici 360 II. třídy. Do Štěpánovického potoka se pravým přítokem vlévá Vacenovický potok a poté se Štěpánovický potok vlévá do Zalinářského rybníka. Odběry jsou prováděny před ústím do rybníka po pravém břehu. Po obou březích se nachází intenzivně zemědělsky obdělávané pole. Poměry obou břehů jsou zde podobné, ale levý břeh je málo přístupný. Na tomto odběrovém místě je velký výskyt bolševníku velkokvětého (*Heracleum mantegazzianum*), kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*) a ze stromového patra se zde opět vyskytuje vrba křehká (*Salix fragilis*). Přesné GPS souřadnice odběrového místa jsou: 49°6'10.636"N 15°53'24.006"E.



Obrázek 8: Odběrové místo č. 3. (září, 2014)

4.1.4 Odběrové místo č. 4

Toto odběrové místo (Obrázek č. 9) se nacházelo na konci průtokového Zelinářského rybníka za betonovým splavem. Vzorky jsou odebírány v blízkosti splavu z důvodu, že o pár metrů dále se do odtoku rybníka jako levý přítok vlévá Ostrý potok. Na tomto místě je opět zvýšený výskyt bolševníku velkokvětého (*Heracleum mantegazzianum*) a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*). Ze dřevin se zde vyskytuje opět olše šedá (*Alnus incana*) a vrba křehká (*Salix fragilis*) jako na předchozích stanovištích. GPS souřadnice jsou: 49°6'6.211"N 15°53'24.122"E.



Obrázek 9: Odběrové místo č. 4. (listopad, 2014)

4.1.5 Odběrové místo č. 5

Jako páté odběrové místo (Obrázek č. 10) byl zvolen směsný vzorek ze Zelinářského rybníka. Směsný vzorek byl smíchán ze čtyř míst. Dva vzorky po pravé a dva vzorky po levé straně. Tento rybník není brán jako chovný, nicméně rybáři tam chodí chytat pravidelně. Kolem rybníku zejména na jeho levých březích se vyskytuje velké množství kopřivy dvoudomé (*Urtica dioica*). GPS souřadnice míst, ze kterých byl smíchán směsný vzorek, jsou: 49°6'7.931"N 15°53'23.137"E, 49°6'7.248"N 15°53'22.809"E, 49°6'6.692"N 15°53'24.469"E, 49°6'7.690"N 15°53'25.590"E.



Obrázek 10: Odběrové místo č. 5. (září, 2014)

4.2 Metodika odběru vzorků

Při odebrání vzorků vody je velmi důležitá správnost odběru. Špatně provedený odběr by nebyl reprezentativní a vzorky by nevypovídaly o skutečném složení vody. Z tohoto důvodu bylo při odběru postupováno podle obecně platných pokynů, které jsou uvedeny v ČSN EN ISO 5667-1 (757051) Jakost vod - Odběr vzorků - Část 1: „Návod pro návrh programu odběru vzorků a pro způsoby odběru vzorků“. Další norma, která stanovuje podmínky pro odběr povrchových vod je ČSN ISO 5667-6 (757051) Jakost vod. Odběr vzorků. V části č. 6. jsou popsány pokyny pro odběr vzorků z řek a potoků.

Vzorkování bylo prováděno po dobu jednoho roku, vždy jednu neděli v měsíci a to ve stejném pořadí. Dodržována byla také denní doba, ve které byly vzorky odebrány. Stanovení vzorků bylo vždy prováděno až druhý den a to z časových důvodů. Vzorky byly uchovávány v chladu, aby se zabránilo případné hydrolýze. Výjimkou bylo stanovení rozpuštěného kyslíku a měření teploty vody. Kyslík byl fixován přímo v terénu a teplota měřena pomocí oxymetru GMH 3610 od firmy Greisinger elektronik.

4.3 Metodika analýzy

Vzorky vody byly stanovovány na Vysoké škole báňské - Technické univerzitě v Ostravě v laboratoři Institutu environmentálního inženýrství. Rozbory byly prováděny odměrnými a spektrofotometrickými metodami. Jednotlivé stanovované

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

parametry byly řazeny do skupin fyzikálně-chemických parametrů, ukazatele stanovující kyslíkový režim, živiny a ostatní. Normy, podle kterých se stanovovaly jednotlivé parametry, jsou rozepsány v následujících kapitolách.

4.3.1 Monitorované fyzikálně-chemické parametry

Z fyzikálně-chemických parametrů byly sledovány: teplota, konduktivita a hodnota pH.

- **Teplota**

Teplota povrchové vody byla měřena vždy odběru vzorku vody přímo v terénu pod hladinou vody a to využitím teplotního čidla oxymetru GMH 3610, firmy Greisinger Elektronik s rozsahem teplot 0 - 50 °C. Stanovení teploty se řídí podle ČSN 75 7342 (757342) Jakost vod - Stanovení teploty.

- **Hodnota pH**

Hodnota pH byla stanovována v laboratoři pomocí pH-metru Denver Instrument Model 225 od firmy MERCI s.r.o. (USA). Stanovení hodnoty pH se řídí ČSN ISO 10523 (75 7365) Jakost vod - Stanovení pH.

- **Konduktivita**

Konduktivita byla stejně jako hodnota pH stanovována až v laboratoři a to pomocí konduktometru inoLab Cond 7110 od firmy WTW (Germany). Konduktivita je stanovována dle ČSN EN 27888 (75 7344) Stanovení elektrické konduktivity.

- **ZNK, KNK**

Stanovení $\text{ZNK}_{8,3}$ bylo prováděné titračně podle ČSN 75 7372 Jakost vod Stanovení zásadové (neutralizační) kapacity (ZNK) (viz Příloha č. 1. Obrázek 1). Stanovení hodnot kyselinové neutralizační kapacity $\text{KNK}_{4,5}$ se řídilo podle ČSN EN ISO 9963-2 (757371) Jakost vod - Stanovení kyselinové neutralizační kapacity (KNK). Část 2: Stanovení KNK ($\text{KNK}_{4,5}$) (viz Příloha č. 1. Obrázek 2).

4.3.2 Kyslíkový režim

Kyslíkový režim byl hodnocen na základě tří parametrů: rozpuštěný kyslík, biochemická spotřeba kyslíku (BSK_5) a chemickou spotřebu kyslíku (CHSK_{Mn}).

- **Rozpuštěný kyslík**

Rozpuštěný kyslík ($O_{\text{rozp.}}$) byl fixován přímo v terénu a stanovován jodometrickou metodou. To je prováděno podle ČSN EN 25813 (75 7462) Jakost vod - Stanovení rozpuštěného kyslíku - jodometrická metoda. Fixovaný vzorek z terénu je uveden v Příloze č. 1. Obrázek 3.

- **Chemická spotřeba kyslíku**

Při stanovení chemické spotřeby kyslíku byla použita metoda s manganistanem draselným (CHSK_{Mn}) dle ČSN EN ISO 8467 (75 7519) Jakost vod - Stanovení chemické spotřeby kyslíku manganistanem. Tato metoda byla zvolena proto, že stanovení chemické spotřeby chromanem při nízkých koncentracích organických látek poskytuje špatně reprodukovatelné výsledky. Při hodnocení CHSK_{Mn} bylo proto použito starší Nařízení vlády č. 82/1999 Sb., protože v platném Nařízení vlády č. 61/2003 Sb v pozdějším znění č. 229/2007 Sb. je uvedena pouze přípustná imisní hodnota pro chemickou spotřebu kyslíku chromanem (CHSK_{Cr}).

Stanovení manganistanem draselným bylo zvoleno proto, že se nejedná o odpadní, ani silně znečištěnou vodu, pro které je vhodnější použití CHSK_{Cr} . Stanovení chemické spotřeby kyslíku bylo provedeno podle ČSN EN ISO 8467 (75 7519) Jakost vod - Stanovení chemické spotřeby kyslíku manganistanem. Stanovení CHSK_{Mn} je uvedeno v Příloze č. 1. Obrázek 4.

- **Biochemická spotřeba kyslíku**

Biochemická spotřeba kyslíku byla prováděna jako pětidenní (BSK_5). Pětidenní biochemická spotřeba kyslíku byla stanovena podle ČSN EN 1899 - 2 (75 7517) Jakost vod - Stanovení biochemické spotřeby kyslíku po n dnech (BSK_n) - Část 2: Metoda pro neředěné vzorky.

4.3.3 Kovy

Z kovů vyskytujících se v povrchové vodě bylo stanovováno celkové železo a celkový mangan.

- **Celkové železo**

Stanovení koncentrace celkového železa v povrchové vodě bylo prováděno pomocí setů firmy MERC, číslo metody 14761. Samotné stanovení bylo prováděno na spektrofotometru firmy MERC - Spectriquant mutlti (Germany). Stanovení celkového železa je uvedeno v Příloze č. 1. Obrázek 5.

- **Celkový mangan**

Stanovení koncentrace celkového manganu v povrchové vodě bylo stanoveno pomocí setů HACH, číslo metody 8149, na spektrofotometru od firmy HACH LANGE DR 2800 (Germany).

4.3.4 Živiny

Ze zástupců živin v povrchové vodě, byl stanovován fosforečnanový fosfor, amoniakální dusík a dusičnany.

- **Fosforečnanový fosfor**

Orthofosforečnany byly stanovovány jako fosforečnanový fosfor (P-PO_4^{3-}) spektrofotometrickou metodou pomocí setů HACH, číslo metody 8048. Stanovení bylo prováděno spektrofotometrem firmy HACH LANGE DR 2800 (Germany).

- **Amoniakální dusík**

Amoniakální dusík (N-NH_4^+) byl stanován pomocí spektrofotometrické metody. Stanovení amoniakálního dusíku bylo stanoveno pomocí setů HACH, číslo metody 8155, na spektrofotometru HACH LANGE DR 2800 (Germany). Stanovení amoniakálního dusíku je uvedeno v Příloze č. 1. Obrázek 6.

- **Dusičnanový dusík**

Stanovení dusičnanového dusíku (N-NO_3^-) bylo prováděno pomocí setů firmy HACH, číslo metody 8171, na spektrofotometru HACH LANGE DR 2800 (Germany).

4.3.5 Ostatní

Z ostatních parametrů byl v bakalářské práci stanovován vápník, hořčík, sírany a chloridy.

- **Vápník a hořčík**

Vápník byl stanovován odměrnou metodou a to podle ČSN ISI 6058 (75 7416) Jakost vod - Stanovení vápníku - Odměrná metoda s EDTA. Suma vápníku a hořčíku byla stanovována podle ČSN ISO 6059 (75 7384) Jakost vody - Stanovení sumy vápníku a hořčíku - Odměrná metoda s EDTA.

- **Sírany**

Stanovení síranů (SO_4^{2-}) bylo prováděno pomocí setů firmy HACH, číslo metody 8051, na spektrofotometru HACH LANGE DR 2800 (Germany).

- **Chloridy**

Stanovení chloridů ve vodě bylo prováděno podle ČSN ISO 9297 (75 7420) Jakost vod - Stanovení chloridů - Argentometrické stanovení s chromanovým indikátorem (metoda podle Mohra) (viz Příloha č. 1. Obrázek 7).

4.4 Metodika hodnocení

Výsledky jednotlivých hydrochemických parametrů byly porovnány podle nařízení vlády č. 23/2011 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb.

Pro posouzení kvality vody byly vyhodnoceny vztahy mezi jednotlivými parametry, u kterých se tato závislost předpokládala. Tyto vztahy byly vyjádřeny pomocí lineárního koeficientu korelace r . Za statistický významný je pak považován koeficient korelace s hodnotou větší než 0,5. K tomuto výpočtu byla použita statistická a grafická metoda programu Microsoft Excel. Tento program byl použit také pro grafické znázornění naměřených výsledků.

Dalším legislativním předpisem, podle kterého se jednotlivé parametry porovnávaly, je ČSN 75 7221 Klasifikace jakosti povrchových vod. Podle tohoto hodnocení jsou parametry zařazeny celkem do 5 jakostních tříd znečištění. Vypočtené hodnoty jednotlivých parametrů jsou pak porovnány s hodnotami uvedeným v této normě pro jednotlivé třídy znečištění. Jednotlivé třídy jsou pak na mapách vyznačovány barevně. Barevné označení 1 třídy je světlé modré a 5 třídy, která vyznačuje největší znečištění je pak červená. Hodnoty ukazatelů jednotlivých tříd jsou znázorněny v Tabulce č. 5.

Tabulka 5: Mezní hodnoty jakosti vod (Převzato z ČSN 75 7221)

OBECNÉ, FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ PARAMETRY						
UKAZATEL	JEDNOTKA	TŘÍDA				
		I.	II.	III.	IV.	V.
konduktivita	mS/l	<40	<70	<110	<160	≥160
rozpuštěný kyslík	mg/l	>7,5	>6,5	>5	>3	≤3
BSK ₅	mg/l	<2	<4	<8	<15	≥15
CHSK _{Mn}	mg/l	<6	<9	<14	<20	≥20
amoniakální dusík	mg/l	<0,3	<0,7	<2	<4	≥4
dusičnanový dusík	mg/l	<3	<6	<10	<13	≥13
celkový fosfor	mg/l	<0,05	<0,15	<0,4	<0,1	≥1
chloridy	mg/l	<100	<200	<300	<150	≥450
sírany	mg/l	<80	<150	<250	<400	≥400
vápník	mg/l	<150	<200	<300	<400	≥400
hořčík	mg/l	<50	<100	<200	<300	≥300
mangan	mg/l	<0,1	<0,3	<0,5	<0,8	≥0,8
železo	mg/l	<0,5	<1	<2	<3	≥3

I. třída - neznečištěná voda

Vyjadřuje stav povrchové vody, která nebyla nijak výrazně ovlivněna lidskou činností. Ukazatele jakosti vod v první třídě nepřesahují hodnoty odpovídající přirozenému pozadí v tocích. První třída klasifikace podle ČSN 75 7221 je označována světle modrou barvou.

II. třída - mírně znečištěná voda

Stav povrchové vody, která se nachází v této skupině, je již ovlivněn lidskou činností. Ukazatele jakosti vod dosahují takových hodnot, které umožňují existenci bohatého a vyváženého udržitelného ekosystému. Třída druhá je znázorňována tmavě modrou barvou.

III. třída - znečištěná voda

Stav vody spadající do této třídy je lidskou činností ovlivněn tak, že jednotlivé ukazatele jakosti povrchových vod dosahují hodnot, které již nemusí vytvářet podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému. Barevné znázornění třetí třídy je zelené.

IV. třída - silně znečištěná voda

Čtvrtá třída je voda znečištěna lidskou činností tak výrazně, že jednotlivé ukazatele povrchových vod dosahují hodnot umožňující pouze výskyt nevyváženého ekosystému. Barevně je pak tato třída vyznačována žlutou barvou.

V. třída - velmi silně znečištěná voda

Stav povrchové vody v této skupině je ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti povrchových vod mají takové hodnoty vytvářející podmínky pro existenci pouze silně nevyváženého ekosystému. Barevně je podle ČSN 75 7221 tato třída označována barvou červenou.

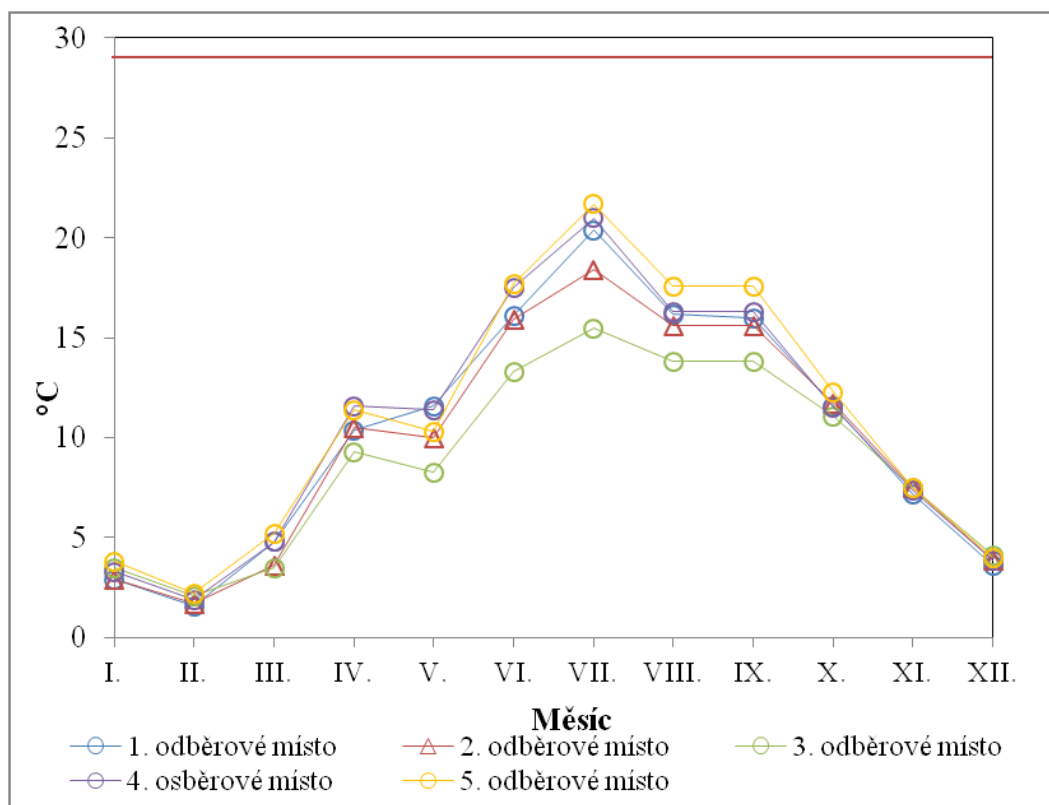
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

Teplota vody nemá stanovenou žádnou optimální hodnotu. Podle nařízení vlády č. 23/2011 Sb. je maximální povolená teplota stanovena na 29 °C. Tato průměrná roční teplota nebyla u žádné lokality překročena. Roční průměry všech odběrových míst jsou uvedeny v Tabulce č. 6. Z výsledků uvedených v tabulce je patrné, že průměrné roční teploty jsou téměř vyrovnané.

Tabulka 6: Průměrné hodnoty teploty na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	10	max. 29 °C
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	10	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	9	
Odtok ze Zelinářského rybníka	11	
Zelinářský rybník	11	

Průběh teploty v rámci jednotlivých měsíců zaznamenané za celé sledované období jsou uvedeny na Obrázku č. 11.



Obrázek 11: Grafické znázornění průběhu teploty jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Minimální pokles byl zaznamenán u odběrového místa umístěného před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka. Ten ale mohl být způsoben tím, že toto místo není náchylné k velkým splachům půdy z polí. Dno tedy není pokryté bahnem jako u předchozích míst a hloubka potoka je v tomto úseku největší. Nejvyšší teplota (22 °C) byla naměřena v červenci 2014 na odběrovém místě č. 5, což je Zelinářský rybník, jehož hladina není nijak zastíněna. Naopak nejnižší teplota (2 °C) byla změřena v únoru 2014 a to na odběrovém místě umístěném před obcí (odběrové místo č. 1). Z grafického vyjádření výsledků lze také vyčíst, že největší teplotní rozdíl byl zaznamenán v červenci 2012 mezi ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové č. 3) a samotným Zelinářským rybníkem (odběrové místo č. 5). Rozdíl teplot zde činí 6 °C.

Obecně lze říci, že až na pár výjimek, se teplota před přítokem do obce a za obcí téměř neliší. Je to dáno patrně tím, že úsek potoka mezi oběma místy je téměř celý zastíněn. Malé rozdíly teploty jsou způsobeny v rozdílnosti tvaru koryta. První odběrové místo má široké koryto, je zde menší hloubka a dno je z důvodu splachů půdy z polí pokryto vrstvou bahna. Druhé odběrové místo je pravým opakem. Nejnižší teplota byla téměř vždy u odběru před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo 3). V tomto místě je již potok naředěn Vacenovickým potokem a je opět celý zastíněn. Hloubka tohoto odběrového místa je větší než u předešlých. Pak „nejteplejším“ vzorkem vody, téměř vždy byla voda v rybníce, což je dáno tím, že hladina vody zde není téměř vůbec zastíněna a dochází zde k většímu prohřátí vody. Z uvedených hodnot je také patrné, že v zimním období nedošlo ani u jednoho z odběrových míst k zamrznutí, což je dáno tím, že v zimním období nedošlo k výraznému poklesu teplot.

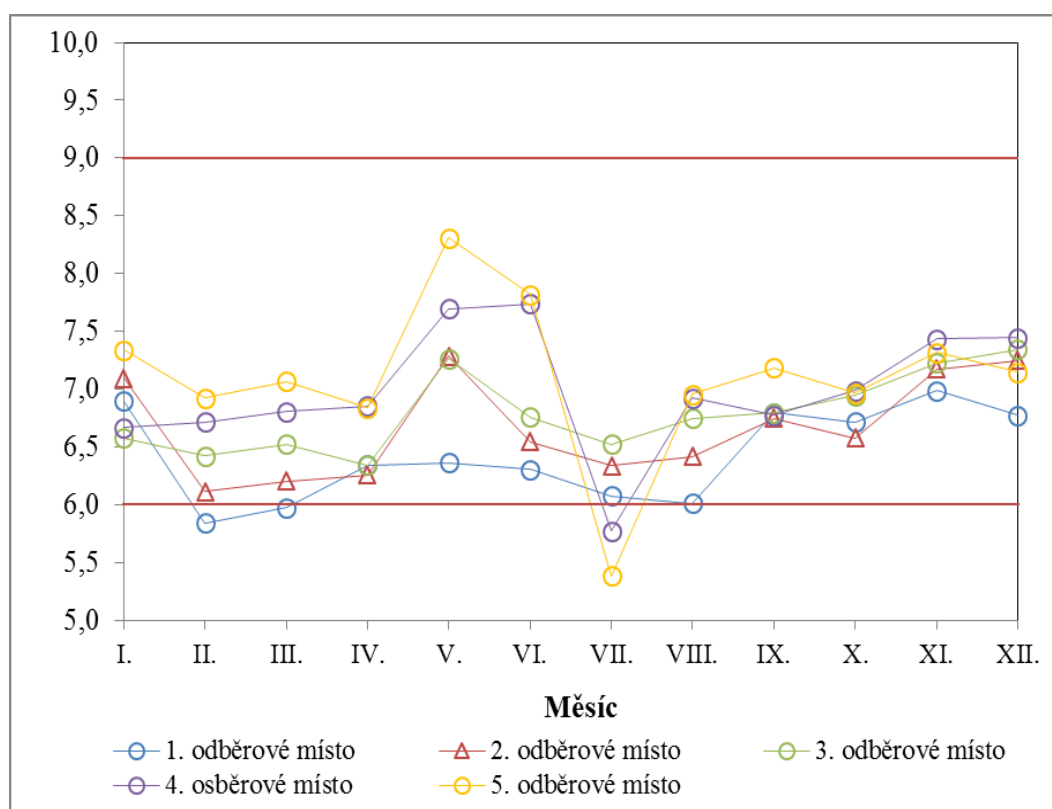
5.1 Hodnota pH

Nařízením vlády č. 23/2011 Sb. je optimální hodnota pH stanovena v rozmezí 6 až 9. Roční průměrné hodnoty pH u jednotlivých odběrových míst nebyly překročeny, jejich hodnoty jsou uvedeny níže v Tabulce č. 7. Z uvedených průměrných ročních hodnot je patrné, že po celém monitorovaném úseku nedošlo k jejich žádnému výkyvu a pohybují se kolem hodnoty 7. Pouze u odběrů prováděných před přítokem Štěpánovického potoka do obce je průměrná roční hodnota pH = 6. Tento menší pokles může být zapříčiněn tím, že potok před ústím do Štěpánovického potoka protéká v těsné blízkosti jehličnatého lesa, kde je kyselější hodnota pH podloží.

Tabulka 7: Průměrné hodnoty pH na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	6	6 - 9
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	7	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	7	
Odtok ze Zelinářského rybníka	7	
Zelinářský rybník	7	

Sezonní průběh hodnoty pH za sledované období pro všechna odběrová místa je znázorněn na Obrázku č. 12.



Obrázek 12: Grafické znázornění pH jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Nejvyšší naměřená hodnota pH ($\text{pH} = 8$) byla naměřena v květnu 2014 u vzorku odebraného ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5). V lednu, únoru a březnu byly u odběrového místa č. 1 naměřeny hodnoty pH pod 6, další měření, která byla pod touto hranicí, byla ještě v červenci a to na odtoku z rybníka a přímo u vzorků vody odebíraných z rybníka. Úplně nejnižší hodnota pH ($\text{pH} = 5$) pak byla zaznamenána v červenci u vzorku odebraného také přímo z rybníka.

Obecně lze říci, že nejvyšší hodnoty pH byly nejčastěji naměřeny u vzorků ze Zelinářského rybníka. Ty nejnižší byly naopak nejčastěji naměřeny před přítokem do vsi, což jak je již uvedeno výše, může být zapříčiněno lesním podložím. Vysoké hodnoty pH u Zelinářského rybníka by mohly být vysvětleny úpravou hodnoty pH, jelikož se jedná o vodní plochu určenou k chovu ryb. Na základě ústní informace od pana Lukáše Veselého, který je členem rybářského svazu v Jaroměřicích nad Rokytnou, bylo však zjištěno, že zde nedochází k žádné úpravě hodnoty pH, vápnění ani plošnému přikrmování ryb.

5.2 Konduktivita

Pro konduktivitu není legislativně stanovena žádná mezní hodnota, ale jak je již uvedeno výše, doporučené rozmezí pro povrchové vody je 5 až do 50 mS/m. Roční průměrné hodnoty u jednotlivých odběrových míst jsou pak porovnány s touto doporučenou hodnotou v Tabulce č. 8.

Tabulka 8: Průměrné hodnoty konduktivity na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	60	5 - 50 mS/m
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	63	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	66	
Odtok ze Zelinářského rybníka	63	
Zelinářský rybník	63	

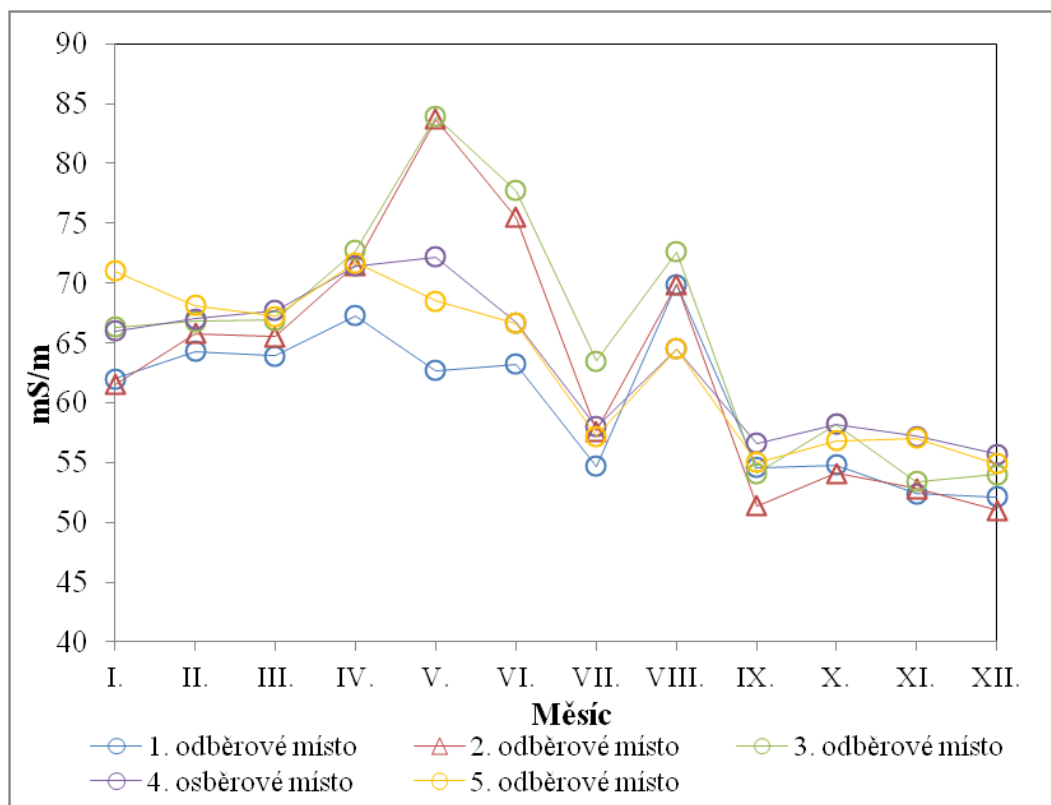
Z výše uvedených ročních průměrných hodnot konduktivity je patrné překročení doporučeného limitu což signalizuje vyšší obsah rozpuštěných látek ve vodě.

Na Obrázku č. 13, je znázorněn sezonní průběh naměřených hodnot konduktivity a to od ledna 2014 do prosince 2014. Nejvyšší konduktivita (84 mS/m) byla zaznamenána v květnu před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3). Naopak nejnižší hodnota konduktivity (51 mS/m) byla naměřena v prosinci na odtoku Štěpánovického potoka z obce (odběrové místo č. 2).

Z grafu lze také vyčíst, že nejčastěji byly nejvyšší hodnoty zaznamenány před ústím do rybníka. Pouze čtyřikrát byla nejvyšší hodnota zaznamenána na odtoku vody z rybníka a dvakrát přímo ve vzorku vody rybníka. Nejvyšší hodnoty u vzorků odebraných před ústím do Zelinářského rybníka mohou být způsobeny znečištěním potoka Vacenovického, který se do Štěpánovického potoka vlévá jako pravý přítok před tímto odběrovým místem. Nejnižší hodnoty, až na tři výjimky, byly zaznamenávány na prvním místě odběrů, tedy

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

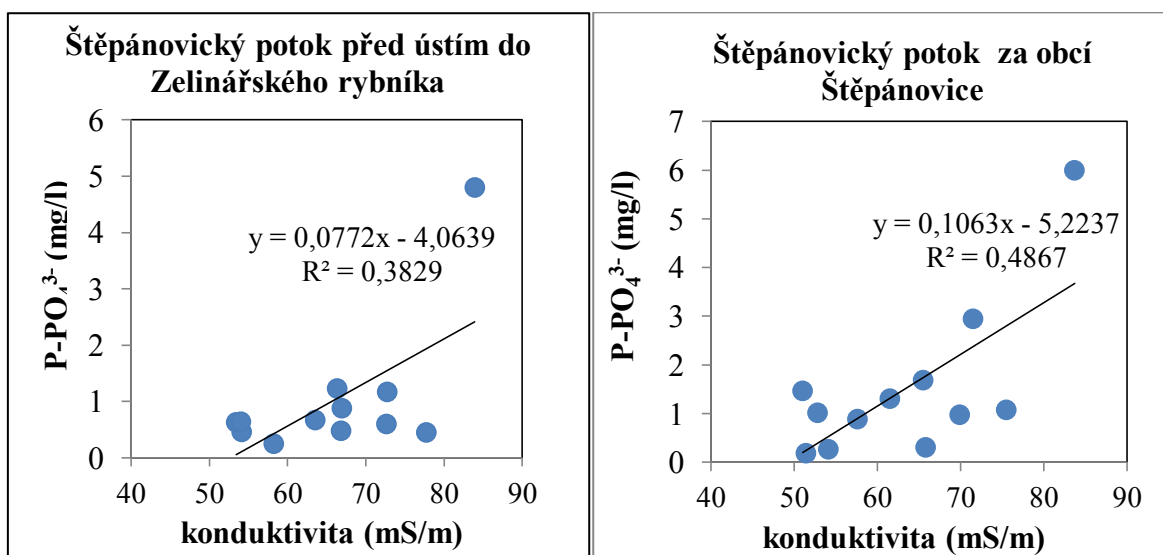
před přítokem potoka do obce. Největší rozdíl naměřených konduktivit (21 mS/m) byl naměřen v květnu 2014 a to mezi odběrovým místem č. 1 a ústím potoka do rybníka, což je odběrové místo č. 3.



Obrázek 13: Grafické znázornění konduktivity jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Hodnota konduktivity udává informace o množství rozpuštěných iontů ve vodě a slouží ke kontrole výsledků chemického rozboru vody. Celkové rozpuštěné látky nebyly v rámci bakalářské práce stanovovány. Významný lineární koeficient korelace ($r = 0,7$) byl zaznamenán mezi konduktivitou a orthofosforečnany a to u vzorků odebraných ze Štěpánovického potoka za obcí (odběrové místo č. 2). U vzorků odebraných před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3) byl zaznamenán koeficient korelace nižší ($r = 0,6$). Graf této závislosti je vyobrazen na Obrázku č. 14 pomocí lineární regresní přímky. Na obrázku je rovněž uvedena rovnice lineární regresní přímky a hodnota spolehlivosti regrese R^2 .



Obrázek 14: Závislost konduktivity na obsahu orthofosforečnanů u odběrového místa č. 2 a č. 3 v roce 2014

Pokles korelační závislosti mezi těmito místy může být zapříčiněn mírným naředěním Štěpánovického potoka potokem Vacenovickým. U druhého odběrového místa může být tato závislost vysvětlena vyšším obsahem rozpuštěných látek ve vodě. U ostatních odběrových míst se tato závislost neprojevila.

5.3 Rozpuštěný kyslík

V Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. je pro průměrnou roční hodnotu rozpuštěného kyslíku v povrchové vodě stanovena hodnota >9 mg/l. V Tabulce č. 9, jsou uvedeny průměrné roční hodnoty rozpuštěného kyslíku na jednotlivých odběrových místech

Tabulka 9: Průměrné hodnoty rozpuštěného kyslíku na jednotlivých stanovištích za rok 2014

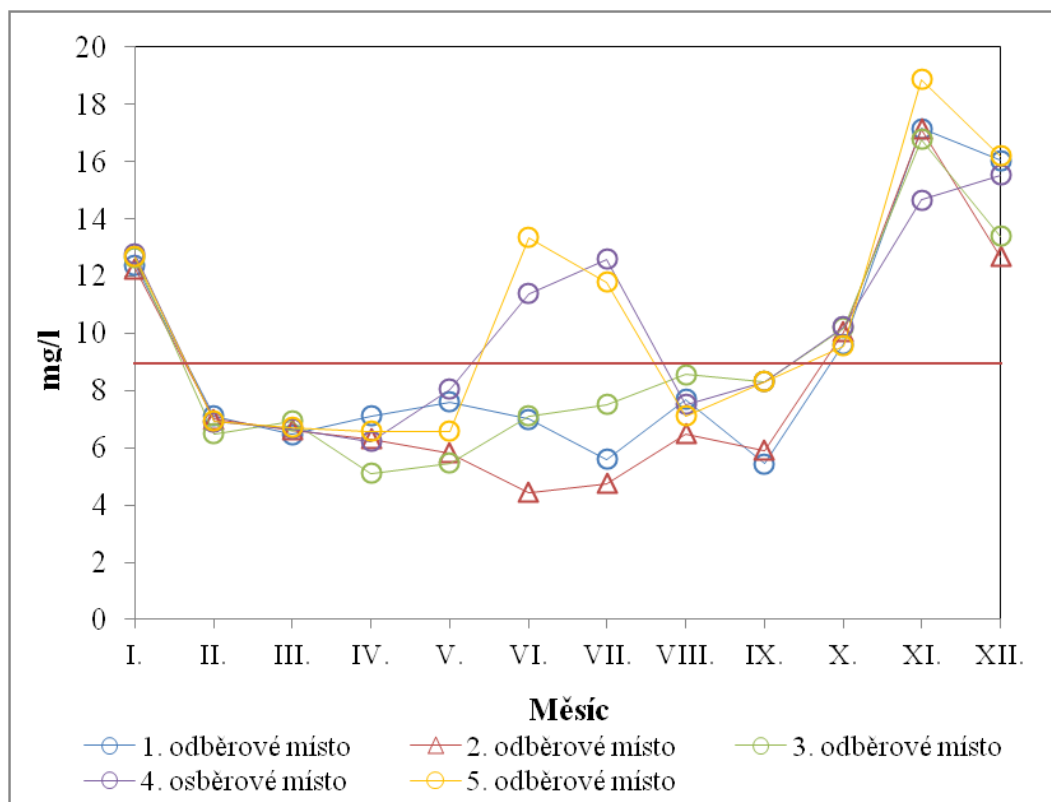
Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	9	> 9 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	8	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	9	
Odtok ze Zelinářského rybníka	10	
Zelinářský rybník	10	

Poznámka: červeně jsou vyznačeny hodnoty, které nesplňují hodnotu uvedenou v NV č. 23/2011 Sb.

Z uvedených ročních průměrných hodnot rozpuštěného kyslíku je patrný pokles u vzorků vody odebraných ze Štěpánovického potoka za obcí (odběrové místo č. 2) Pokles může být zapříčiněn vypouštěním odpadní vody. V úseku mezi prvním a druhým odběrovým místem je totiž umístěno několik výtokových potrubí (viz Příloha č. 1 Obrázek 8) vedoucích do Štěpánovického potoka a dochází zde také k tvorbě povlaku na

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka hladině (viz Příloha č. 1 Obrázek 9). Ostatní odběrová místa splnila legislativně doporučenou hodnotu.

Sezonní variace hodnot rozpuštěného kyslíku u jednotlivých odběrových míst jsou znázorněny na Obrázku č. 15.



Obrázek 15: Grafické znázornění hodnot rozpuštěného kyslíku jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice

2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice

3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka

4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka

5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Z obrázku je patrné, že průběh křivek u jednotlivých odběrových míst má podobný průběh K menšímu nárůstu hodnot rozpuštěného kyslíku docházelo od května do července a od října do prosince Z grafu je také patrné, že celkově nejvíce rozpuštěného kyslíku bylo naměřeno u vzorku vody z rybníka a jeho odtoku, naopak nejméně rozpuštěného kyslíku obsahovaly vzorky Štěpánovického potoka odebrané za obcí (odběrové místo č. 2). Nejvíce rozpuštěného kyslíku (19 mg/l) bylo naměřeno ve vzorku odebraném ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5) v listopadu 2014, nejméně (4 mg/l) bylo naměřeno u vzorku odebraného za obcí (odběrové místo č. 2) v červnu 2014. Nedostatek rozpuštěného kyslíku ve vzorcích mohl být zapříčiněn organickými látkami, při jejichž rozkladu je kyslík spotřebován. Tyto látky odbourávají čistírny odpadních vod, obec však

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka napojená na ČOV není. Pokles zaznamenaný v letních měsících může být zapříčiněn i zvýšenou teplotou vody, jak je již uvedeno výše. Čím teplejší voda je, tím méně je schopna pohltit rozpuštěného kyslíku. Na grafu je však patrný také pokles mezi vzorky odebranými ze Štěpánovického potoka před vsí (odběrové místo č. 1) a za vsí (odběrové místo č. 2). Lze tedy konstatovat, že se zde projevuje negativní vliv obce, jelikož v tomto úseku dochází k vypouštění odpadní vody do Štěpánovického potoka.

5.4 Chemická spotřeba kyslíku

Hydrochemický parametr chemická spotřeba kyslíku poskytuje kvalitativní informace o celkovém organickém znečištění. Nařízení vlády č. 82/1999 Sb. stanovilo hodnotu $CHSK_{Mn}$ na 20 mg/l. Průměrné hodnoty u jednotlivých odběrových míst porovnané s tímto limitem jsou uvedeny v Tabulce č. 10.

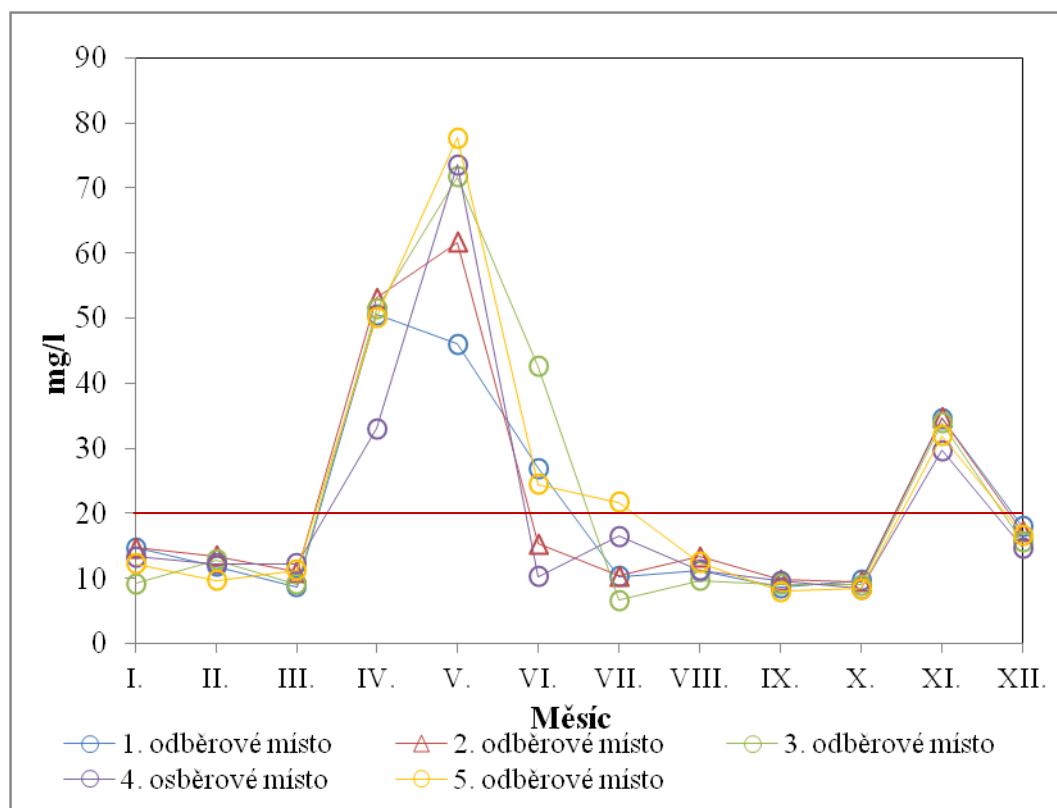
Tabulka 10: Průměrné hodnoty $CHSK_{Mn}$ na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	21	20 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	22	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	23	
Odtok ze Zelinářského rybníka	20	
Zelinářský rybník	24	

Poznámka: červeně jsou vyznačeny hodnoty, které překračují limit dle NV č. 82/1999 Sb.

Z výsledků uvedených v tabulce č. 10 je patrné, že až na vzorky odebrané z výpusti Zelinářského rybníka, nebyla hodnota stanovená citovanou normou dodržena. Hodnoty $CHSK_{Mn}$ tedy vypovídají o celkovém organickém znečištění toku, které může být zapříčiněno dřívější ekologickou havárií, kdy do Štěpánovického rybníka prosakovala nafta. Rybník byl roku 1984 částečně vyčištěn, ale nafta tam prosakovala dále (Janoušek, 2003). Dále po toku hodnoty narůstají, což může být způsobeno znečištěním vypouštěným z obce do Štěpánovického potoka a možným znečištěním potoka Vacenovického, který se vlévá do Štěpánovického potoka před odběrovým místem umístěným před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3). Celkově nejvyšší hodnota pak byla zaznamenána u samotného Zelinářského rybníka, lze tedy předpokládat, že znečištění se zde hromadí. Na odtoku ze Zelinářského rybníka je pak hodnota nejnižší.

Sezonní průběhy hodnot naměřených u jednotlivých odběrových míst jsou graficky znázorněny na Obrázku č. 16.



Obrázek 16: Grafické znázornění CHSK_{Mn} u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Z Obrázku č. 16, je patrné, že zejména u odběrů v měsíci květnu byl zaznamenán prudký nárůst hodnot CHSK_{Mn} a to u všech odběrových míst, což může být zapříčiněno srážkami. V květnu byl zaznamenán nejvyšší měsíční úhrn srážek a to 140,3 mm (ČHMÚ).

Z grafu je také patrné, že průběh sezonních závislostí u všech odběrových míst je obdobný. Nejvyšší hodnota (78 mg/l) byla naměřená u vzorku vody odebrané ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č 5), naopak nejnižší hodnota (7 mg/l) byla naměřená v červni u vzorku vody odebrané před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3) v Jaroměřicích nad Rokytnou. Odběry v rámci jednotlivých odběrových míst měly podobné hodnoty. Největší rozdíl hodnot CHSK_{Mn} (32 mg/l) byl zaznamenán v květnu a to mezi prvním odběrovým místem, které bylo umístěno před obcí a vzorkem odebraným ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5).

5.5 Biochemická spotřeba kyslíku

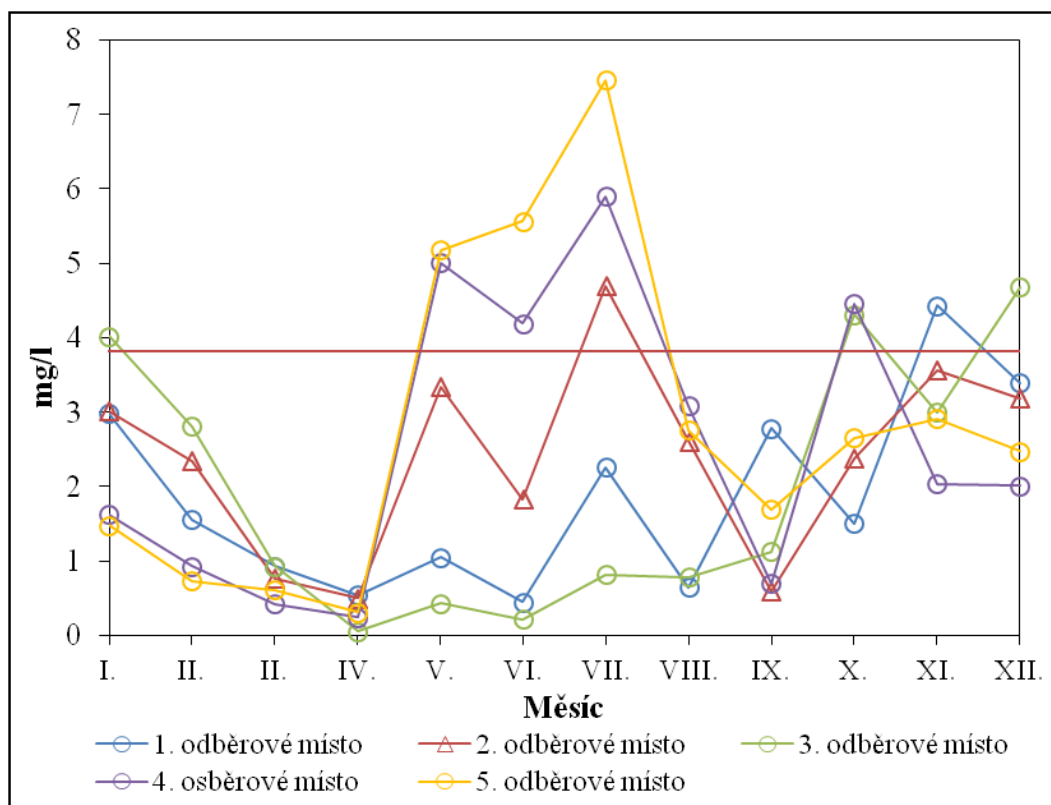
Hodnoty biochemické spotřeby kyslíku mohou poskytnout informace o množství biologicky rozložitelných látek ve vodě. Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. Stanovuje roční průměrnou hodnotu BSK₅ na 3,8 mg/l. Průměrné roční hodnoty naměřené v rámci jednotlivých odběrových míst jsou porovnány s citovanou legislativou v Tabulce č. 11.

Tabulka 11: Průměrné hodnoty BSK₅ na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	1,9	3,8 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	2,4	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	1,9	
Odtok ze Zelinářského rybníka	2,5	
Zelinářský rybník	2,8	

Z tabulky naměřených průměrných ročních hodnot je patrné, že u žádného z odběrových míst k překročení limitu nedošlo. Přesto je hodnota u vzorků odebraných ze Štěpánovického potoka za obcí (odběrové místo č. 2) vyšší než před obcí (odběrové místo č. 1), což vypovídá o znečištění vypouštěním do potoka a vlivu samotné obce na vodní tok. U hodnoty Štěpánovického potoka před ústím do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3). Opět je patrný pokles naměřených hodnot, který může být způsoben odbouráním těchto látek samočisticími procesy vody. V Zelinářském rybníce (odběrové místo č. 5) byla zaznamenána celkově nejvyšší hodnota BSK₅, což zde může vyjadřovat možné hromadění biologicky rozložitelných látek, na jeho odtoku (odběrové místo č. 4) je hodnota opět vyšší, což svědčí o vyplavování těchto látek z rybníka.

Sezonní vývoj hodnot BSK₅ u jednotlivých odběrových míst jsou znázorněny na Obrázku č. 17, ze kterého lze vyčíst, že nevyšší hodnota (7,5 mg/l) byla naměřena u vzorku odebraného ze Zelinářského rybníka a to v měsíci červenci. Hodnota nejnižší (0,1 mg/l) byla naměřena v dubnu a to u vzorku vody odebrané před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3). Na první pohled je parné, že k velkému nárůstu hodnot došlo zejména u odběrů prováděných květnu, červnu a červenci a to u vzorku odebraného ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5), z výpusti rybníka (odběrové místo č. 4) a o něco menší nárůst byl zaznamenán také u vzorku vody ze Štěpánovického potoka odebraného za obcí (odběrové místo č. 2).



Obrázek 17: Grafické znázornění hodnot BSK₅ u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Poměr mezi BSK₅:CHSK_{Mn} se u čistých povrchových vod pohybuje do 0,1. U biologicky vyčištěných se tento poměr pochybuje v rozmezí 0,1 až 0,2 a odpadní vody s obsahem snadno biologicky rozložitelných látek 0,5 až 0,75. V příložené Tabulce č. 12 jsou uvedeny měsíční poměry mezi BSK₅:CHSK_{Mn}. Zeleně jsou zde vyznačeny hodnoty odpovídající čisté povrchové vodě, žlutě biologicky vyčištěné vodě a oranžově hodnoty vyšší, které ale nedosahují hodnotu vody odpadní.

Tabulka 12: Poměry BSK₅:CHSK_{Mn} za jednotlivé měsíce v roce 2014

Měsíc	BSK ₅ : CHSK _{Mn}
I.	0,2
II.	0,14
II.	0,07
IV.	0,007
V.	0,045
VI.	0,1
VII.	0,32
VIII.	0,17
IX.	0,15
X.	0,34
XI.	0,09
XII.	0,19

5.6 Chloridy

Průměrná roční hodnota chloridů v povrchové vodě je Nařízením vlády č. 23/2011 Sb. stanovena na 150 mg/l. Roční průměrné hodnoty chloridů u jednotlivých odběrových míst porovnané s legislativně stanovenou hodnotou jsou uvedeny v Tabulce č. 13.

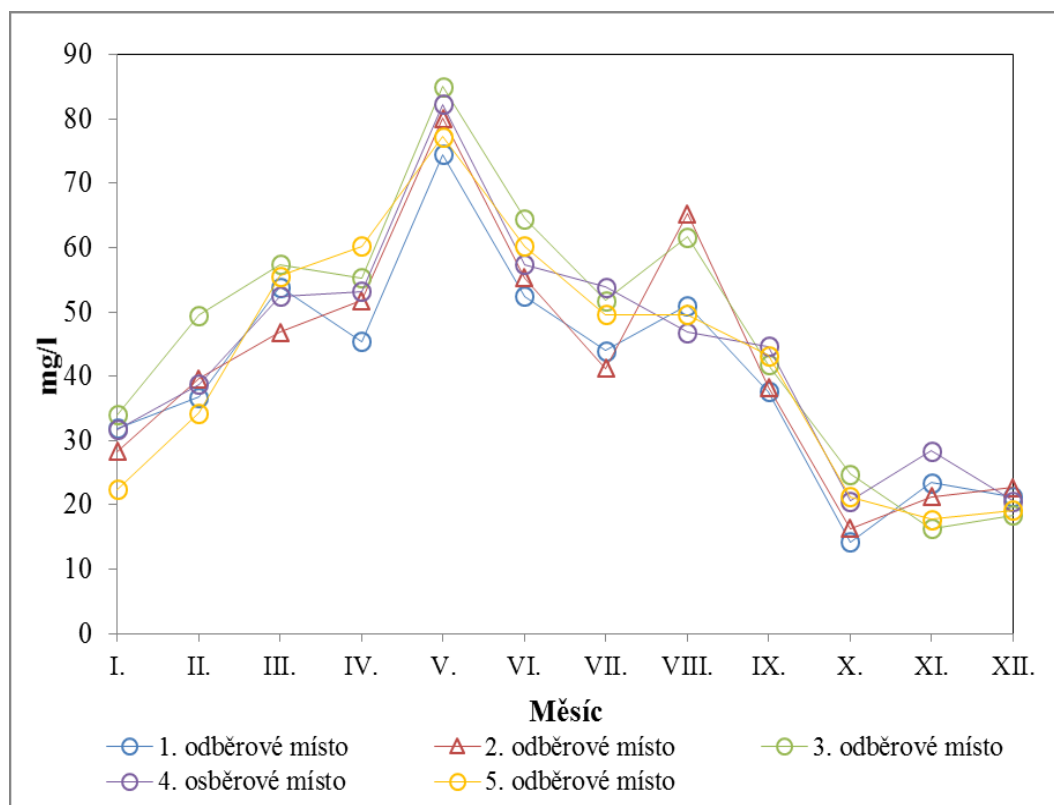
Tabulka 13: Průměrné hodnoty chloridů na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	41	150 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	42	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	47	
Odtok ze Zelinářského rybníka	44	
Zelinářský rybník	43	

Množství chloridů může vypovídat o znečištění splaškovou, nebo průmyslovou vodami. Ve Štěpánovickém potoce před přítokem do obce (odběrové místo č. 1), je hodnota nejnižší. Dále po toku tato hodnota mírně narůstá, což by mohlo být zapříčiněno vypouštěním splaškových vod do Štěpánovického potoka a jak je již uvedeno výše, stejně znečištěn může být i potok Vacenovický. U vzorků odebíraných před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3) je pak množství chloridů nejvyšší.

Měsíční hodnoty chloridů u jednotlivých odběrových míst jsou znázorněny na Obrázku 18. Největší rozdíl (48 mg/l) byl naměřen v únoru mezi vzorkem odebraným ze Štěpánovického potoka před přítokem do vsi (odběrové místo č. 1) a vzorkem odebraným ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5), což dokazuje, že v tomto úseku

k vypouštění odpadních vod dochází. Hodnota nejvyšší (85 mg/l) byla naměřena v květnu u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před ústím do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3), ta nejnižší (14 mg/l) pak byla zaznamenána v říjnu u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před přítokem do obce (odběrové místo č. 1).



Obrázek 18: Grafické znázornění chloridů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

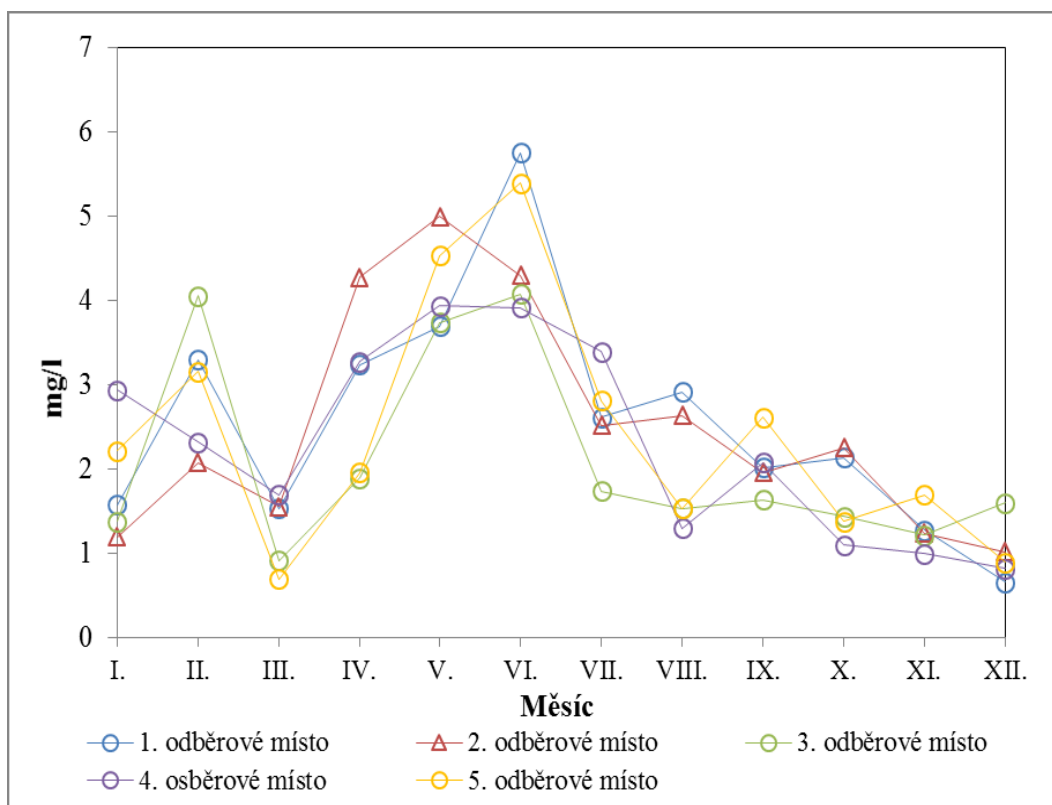
Z grafu je patrné, že mezi prvním (Štěpánovický potok před vsí) a druhým odběrovým místem (Štěpánovický potok za vsí) dochází při většině odběrů k nárůstu obsahu chloridů. Jak je uvedeno v textu výše, v tomto úseku se nachází několik výtokových potrubí ústících právě do Štěpánovického potoka. Ve většině případů je pak hodnota u Štěpánovického potoka před ústím do Zelinářského rybníka ještě vyšší. Tento nárůst může být zapříčiněn znečištěním potoka Vacenovického.

5.7 ZNK, KNK

Hodnota ZNK a KNK nemá legislativně stanovenou žádnou doporučenou hodnotu. Vývoj měsíčních hodnot ZNK je graficky znázorněn na Obrázku č. 19. Z tohoto grafu lze

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

vyčíst, že největší nárůst hodnoty ZNK proběhl od dubna do června. Celkově nejvyšší hodnota (5,8 mg/l) byla naměřena v červnu u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před obcí (odběrové místo č. 1). Hodnota nejnižší (0,7 mg/l) byla naměřena na stejném odběrovém místě, ale v prosinci.



Obrázek 19: Grafické znázornění hodnot ZNK u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice

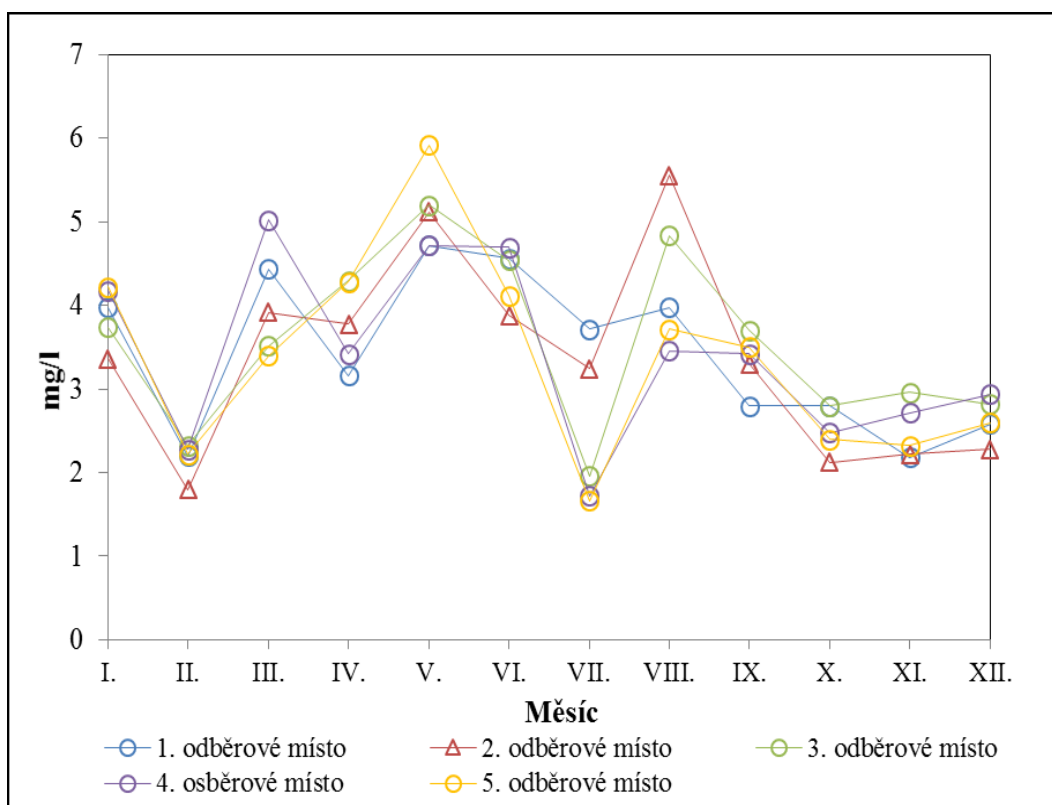
2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice

3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka

4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka

5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Průběh měsíčních hodnot KNK je zaznamenán na Obrázku č. 20, Z grafu lze vyčíst, že největší nárůst hodnot byl zaznamenán v květnu a pokles v únoru a červenci. Nejvyšší hodnota (5,9 mg/l) byla naměřena v květnu u vzorku odebraného ze Zelinářského rybníka, hodnota nejnižší (1,7 mg/l) byla naměřena u stejného odběrového místa, ale v červenci, což souvisí i s poklesem hodnoty pH, které bylo zaznamenáno u stejného měsíce.



Obrázek 20: Grafické znázornění hodnot KNK u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice

2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice

3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka

4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka

5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

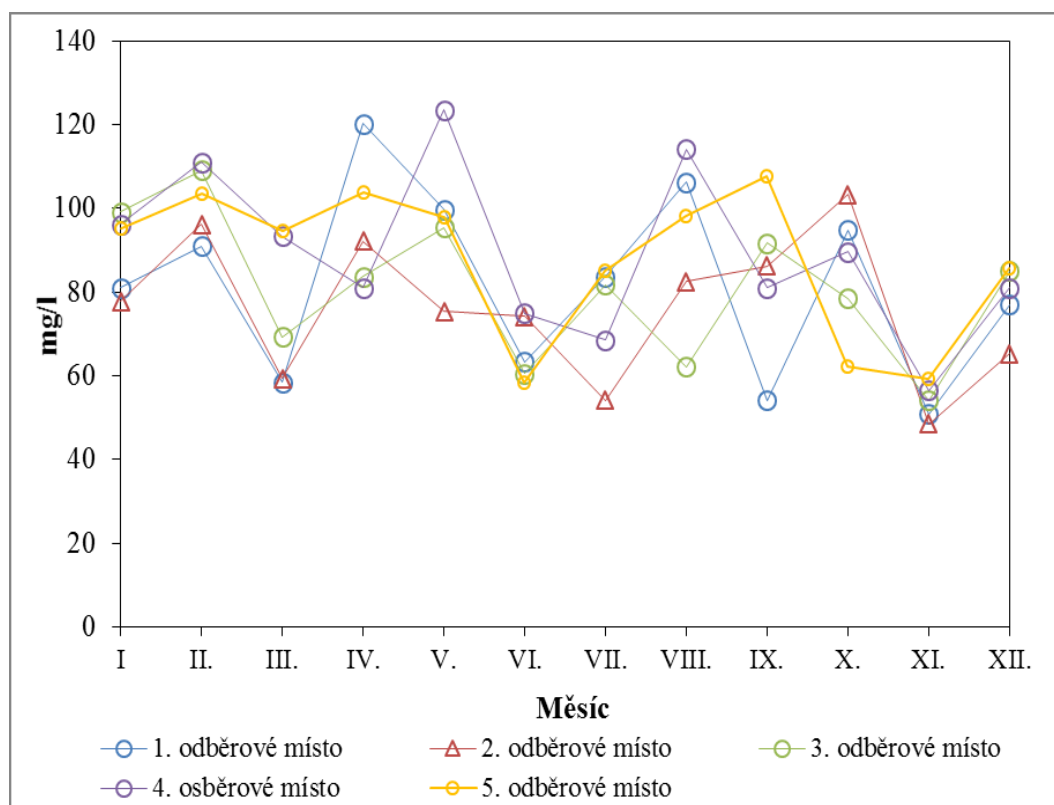
5.8 Vápník a hořčík

Vápník společně s hořčíkem udávají hodnotu tvrdosti vody. Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovilo optimální množství vápníku na 190 mg/l. Průměrné roční hodnoty u jednotlivých odběrových jsou uvedeny v Tabulce č. 14. Z výsledků uvedených v tabulce je patrné, že nebyl u žádného z odběrových míst překročen imisní standard.

Tabulka 14: Průměrné hodnoty vápníku na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	82	190 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	76	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	81	
Odtok ze Zelinářského rybníka	89	
Zelinářský rybník	88	

Měsíční hodnoty vápníku naměřené u jednotlivých odběrových míst jsou graficky znázorněny na Obrázku č. 21.



Obrázek 21: Grafické znázornění hodnot vápníku u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Nejvíce krát byla nejvyšší hodnota zaznamenána u vzorku odebraného ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5) a to i přes to, že by zde nemělo docházet k vápnění. Naopak nejnížší hodnoty byly zaznamenány u odběrů Štěpánovického za obcí (odběrové místo č. 2). Nejvyšší obsah vápníku (123 mg/l), byl zaznamenán v květnu u vzorku odebraného na odtoku ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 4), ta nejnížší (48 mg/l) v listopadu u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka za vsí (odběrové místo č. 2).

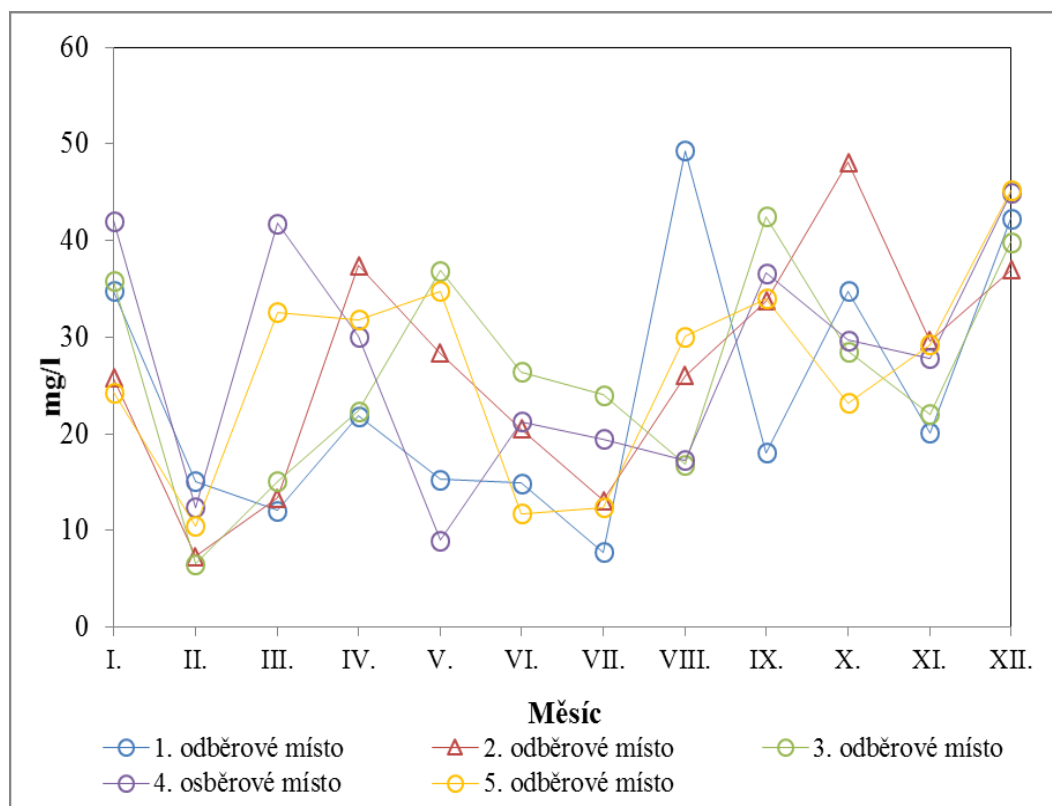
Nařízení vlády č 23/2011 Sb. stanovuje mezní hodnotu hořčíku v povrchových vodách na 120 mg/l. Roční průměrné hodnoty jsou zaznamenány a porovnány s legislativním předpisem v Tabulce č. 15.

Tabulka 15: Průměrné hodnoty hořčíku na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	24	120 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	27	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	26	
Odtok ze Zelinářského rybníka	28	
Zelinářský rybník	27	

Z hodnot uvedených v tabulce je patrné, že žádná z průměrných ročních hodnot hořčíku limit nepřekročila. V porovnání s hodnotami vápníku je hořčíku přibližně tři krát méně.

Hodnoty hořčíku u jednotlivých měření jsou vyobrazeny na Obrázku č. 22. Nejvyšší hodnota hořčíku (50 mg/l) byla naměřená v červenci u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před přítokem do obce (odběrové místo č. 1). Hodnota nejnižší (7 mg/l) byla naměřená u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před ústím do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3) v únoru.



Obrázek 22: Grafické znázornění hodnot hořčíku u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

5.9 Dusičnany

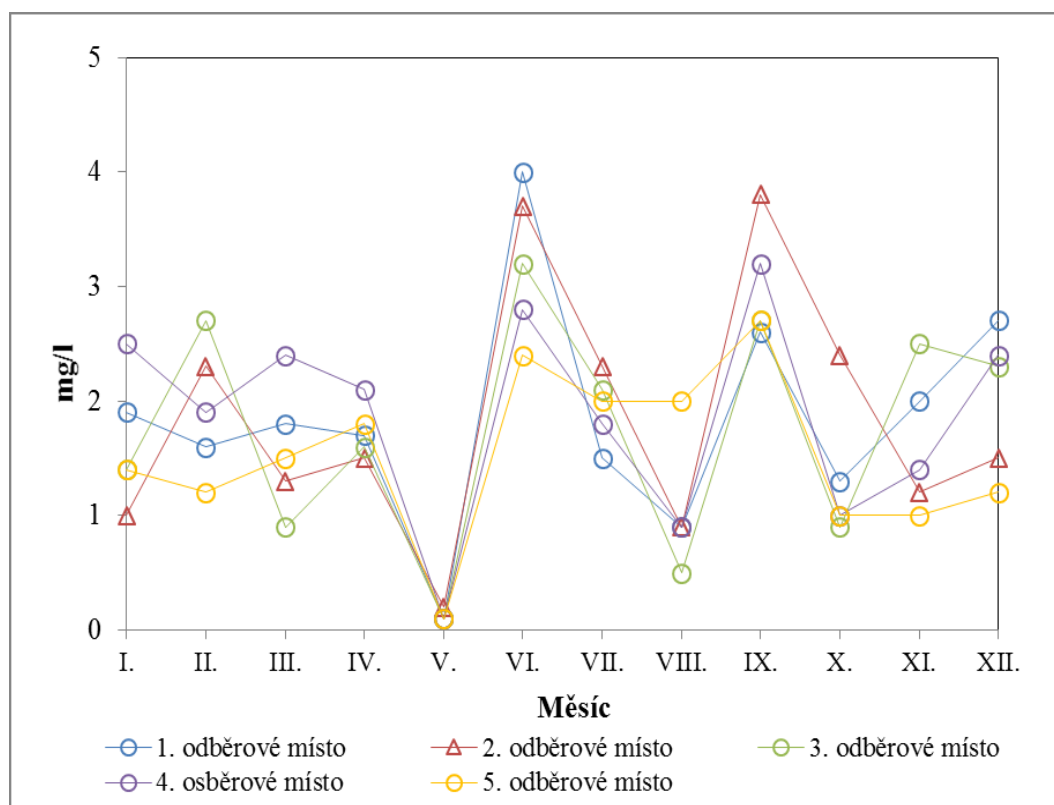
Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovuje množství dusičnanů v povrchové vodě na 5,4 mg/l. Dusičnany se do vody dostávají zejména antropogenní činností a to prostřednictvím dusíkatých hnojiv. Průměrné roční hodnoty u jednotlivých odběrových míst jsou uvedeny v Tabulce č. 16.

Tabulka 16: Průměrné hodnoty dusičnanů na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	1,8	5,4 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	1,8	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	1,7	
Odtok ze Zelinářského rybníka	1,9	
Zelinářský rybník	1,5	

Z hodnot uvedených v tabulce je patrné, že obsah dusičnanů je několikanásobně nižší, než je uvedeno v legislativním předpisu. Jelikož je na přítoku do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3) hodnota dusičnanů nižší než na jeho odtoku (odběrové místo č. 4), dochází tak pravděpodobně k vyplavování dusičnanů z rybníka, což je pozitivní jev. Pokud by tomu bylo naopak, v budoucnu by tak mohlo docházet k eutrofizaci.

Měsíční hodnoty jednotlivých stanovení jsou znázorněny na Obrázku č. 23. Nejvyšší hodnota dusičnanů (4 mg/l) byla zaznamenána v červnu u vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před obcí (odběrové místo č. 1), hodnota nejnižší (0,1 mg/l) byla naměřena u všech odběrových míst, s výjimkou vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka za obcí, v měsíci květnu.



Obrázek 23: Grafické znázornění hodnot dusičnanů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice

2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice

3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka

4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka

5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Z grafu je patrné, že u všech vzorků byl zaznamenán nárůst dusičnanů v červnu a v září. Prudký pokles obsahu dusičnanů ve vodě v měsíci květnu je zapříčiněn malými srážkami v dubnu, kdy byl měsíční úhrn srážek 22,8 mm (ČHMÚ). Jelikož obsah dusičnanů se zpravidla ve vodě v závislosti na srážkách projevuje opožděně, prudký nárůst v měsíci červnu byl pravděpodobně zapříčiněn naopak vysokými srážkami v květnu, kdy měsíční úhrn srážek činil 140,3 mm (ČHMÚ). Jejich pokles v srpnu a následný nárůst v září může být také spojen se srážkami, celoroční souvislost mezi hodnotami dusičnanů a srážkami se však nepotvrdila.

5.10 Amoniakální dusík

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovuje množství amoniakálního dusíku v povrchové vodě na 0,23 mg/l. Průměrné roční hodnoty u jednotlivých odběrových míst jsou uvedeny v Tabulce č. 17.

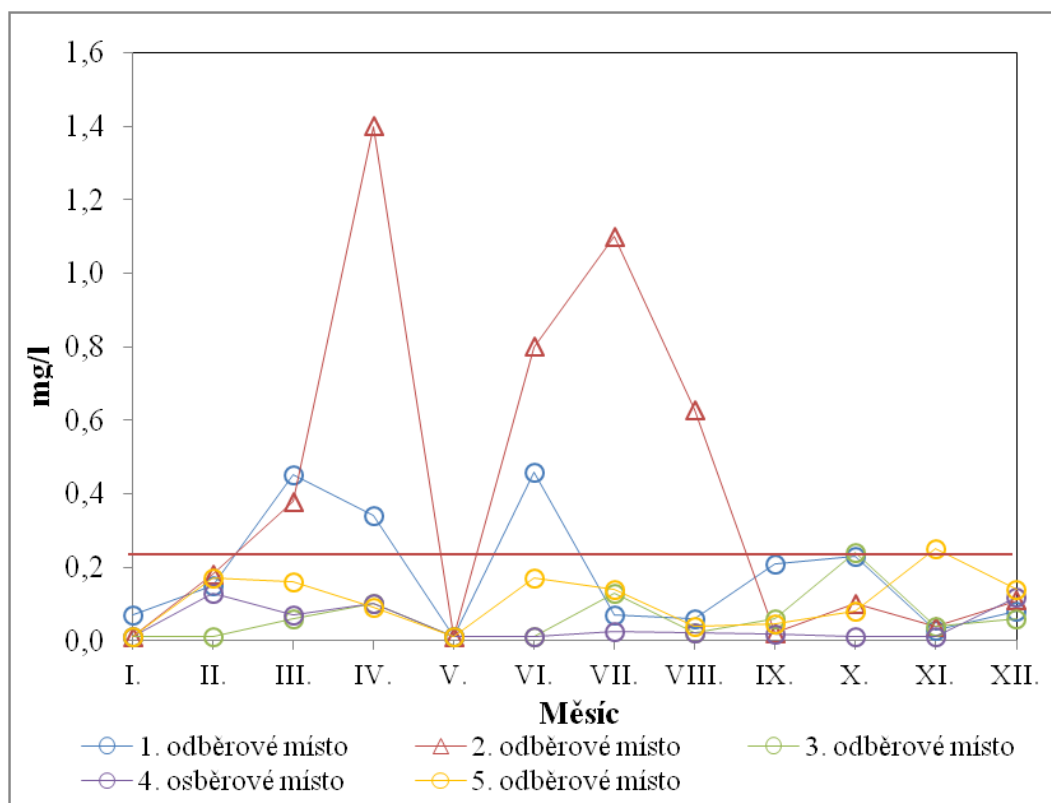
Tabulka 17: Průměrné hodnoty amoniakálního dusíku na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	0,18	0,23 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	0,39	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	0,06	
Odtok ze Zelinářského rybníka	0,04	
Zelinářský rybník	0,11	

Poznámka: červeně jsou vyznačeny hodnoty překračující NEK dle NV č. 23/2011 Sb.

Z hodnot uvedených v tabulce je patrné, že vyšší hodnota amoniakálního dusíku byla zaznamenána u Štěpánovického potoka před přítokem do vsi (odběrové místo č. 1), Zde to může být zapříčiněno splachy z půdy, jelikož tento úsek je k nim velmi náchylný. O něco nižší hodnota byla v Zelinářském rybníce, zde může docházet k akumulaci amoniakálního dusíku, jelikož hodnota na přítoku je o něco málo vyšší než na jeho odtoku. Nadlimitní množství bylo zaznamenáno u Štěpánovického potoka za obcí (odběrové místo č. 2), což poukazuje na negativní vliv obce na samotný potok, jelikož amoniakální dusík se nejčastěji dostává do vody splachy z půdy nebo splaškovou vodou.

Měsíční hodnoty amoniakálního dusíku naměřené u všech odběrových míst jsou znázorněny na Obrázku č. 24. Celkově nejvyšší hodnota (1,4 mg/l) byla naměřená u vzorku vody odebrané za obcí v měsíci dubnu. Z grafu je patrný jasný nárůst hodnot mezi vzorky odebranými ze Štěpánovického potoka před vsí (odběrové místo č. 1) a za vsí (odběrové místo č. 2). Hodnota amoniakálního dusíku může vzrůstat i s větším množstvím srážek, zde se však tato závislost nijak neprokázala.



Obrázek 24: Grafické znázornění amoniaku u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

5.11 Orthofosforečnany

Hodnota orthofosforečnanů není legislativně stanovena. Průměrné roční hodnoty orthofosforečnanů pro jednotlivá odběrová místa jsou uvedena v Tabulce č. 18.

Tabulka 18: Průměrné hodnoty orthofosforečnanů na jednotlivých stanovištích za rok 2014

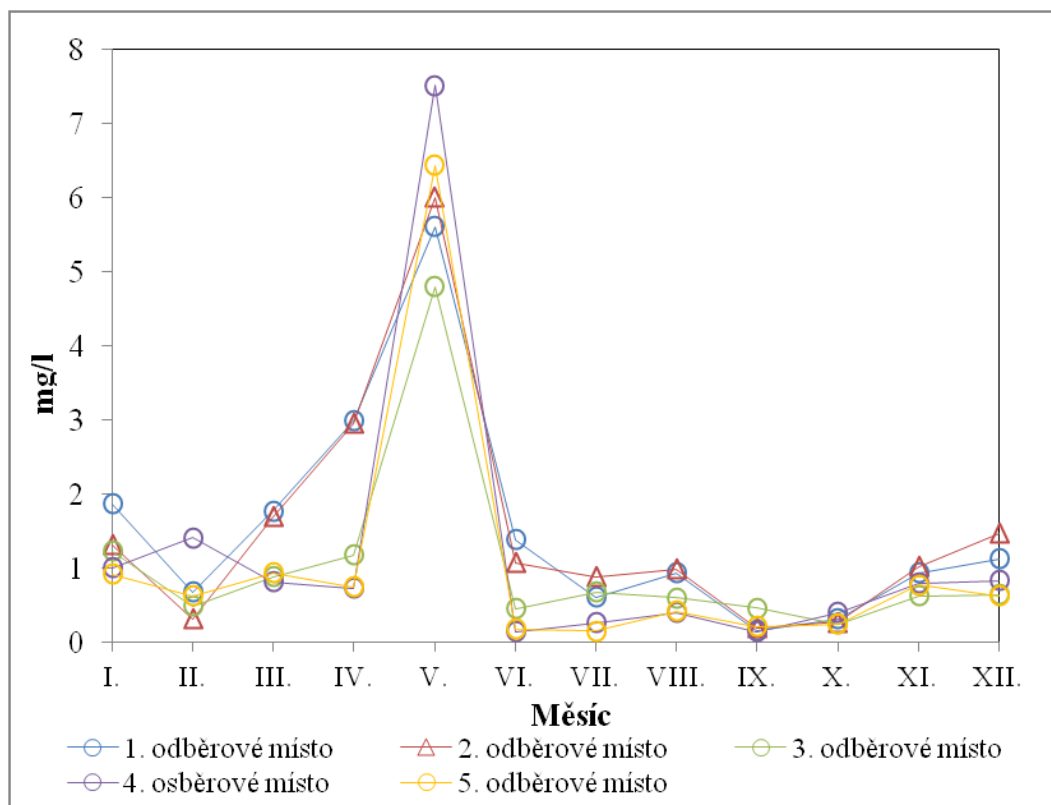
Odběrová místa	mg/l
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	1,5
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	1,5
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	1
Odtok ze Zelinářského rybníka	1,2
Zelinářský rybník	1

Nejvyšší hodnoty orthofosforečnanů byly zaznamenány u Štěpánovického potoka odebraného před vsí (odběrové místo č. 1) a za vsí (odběrové místo č. 2). Zejména první odběrové místo je velmi náchylné k splachům z polí, a jelikož jsou fosforečnany obsaženy ve fosforečnanových hnojivech, lze předpokládat, že se do toku dostal touto cestou. Odběrové místo umístěné za obcí už tolik náchylné ke splachům není, je ale možné, že

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

zvýšené množství orthofosforečnanů zapříčinilo také vypouštění odpadní vody s obsahem pracích, čistících odmašťovacích nebo jiných prostředků.

Jednotlivé měsíční hodnoty orthofosforečnanů naměřené u odběrových míst jsou uvedeny na Obrázku č. 25. Nejvyšší hodnota (7,51 mg/l) byla naměřena u vzorku odebraného z odtoku Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 4) a v to v měsíci květnu. Naopak hodnoty nejnižší (0,14 mg/l) u stejného vzorku v měsíci červnu a září.



Obrázek 25: Grafické znázornění hodnot orthofosforečnanů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

K velkému nárůstu hodnot orthofosforečnanů u všech odběrových míst došlo v květnu, kdy na daném území spadlo nejvíce srážek, 140,3 mm (ČHMÚ). Mohlo tak docházet k velkým splachům z polí a následnému nárůstu obsahu orthofosforečnanů ve vodě.

Z grafu je také patrné, že na odtoku ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 4) jsou hodnoty vyšší než na jeho přítoku (odběrové místo č. 3), což znamená, že v rybníce nedochází k hromadění orthofosforečnanů a v budoucnu tam nehrozí eutrofizace.

5.12 Sírany

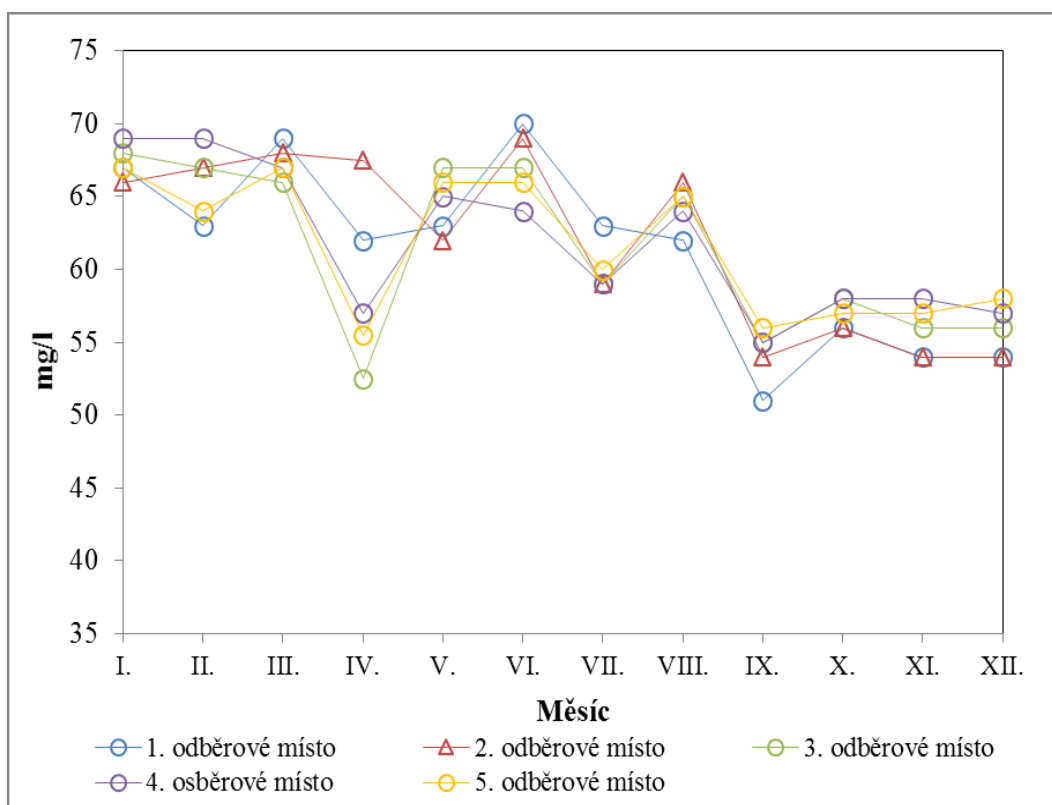
Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovilo hodnotu síranů v povrchových vodách na 200 mg/l. Průměrné roční hodnoty síranů u jednotlivých odběrových míst jsou uvedeny v Tabulce č. 19 a rovněž porovnány s danou legislativně hodnotou.

Tabulka 19: Průměrné hodnoty síranů na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	61	200 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	62	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	61	
Odtok ze Zelinářského rybníka	62	
Zelinářský rybník	62	

Z hodnot uvedených v tabulce je patrné, že u žádného z odběrových míst nedošlo k překročení legislativně stanoveného limitu pro sírany. Hodnoty síranů jsou u všech odběrových míst velmi podobné.

Měsíční hodnoty stanovené u jednotlivých odběrů jsou znázorněny na Obrázku č. 26. U vzorku odebraného ze Štěpánovického potoka před obcí (odběrové místo č. 1) byla zaznamenána celkově nejmenší hodnota (51 mg/l) v září. Naopak hodnota nejvyšší (70 mg/l) byla zaznamenána u stejného odběrového místa, ale v červnu. Menší pokles hodnot byl zaznamenán v dubnu, po té hodnoty začaly mírně stoupat. Tento průběh se během roku několikrát opakoval a může v některých případech souviset se srážkami. Přímá závislost srážkami a množstvím síranů ve vodě se neprokázala.



Obrázek 26: Grafické znázornění hodnot síranů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

5.13 Celkové železo

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. Stanovuje průměrnou roční hodnotu celkového železa v povrchové vodě na 1 mg/l. Průměrné roční hodnoty naměřené u jednotlivých odběrových míst jsou zaznamenány v Tabulce č. 20.

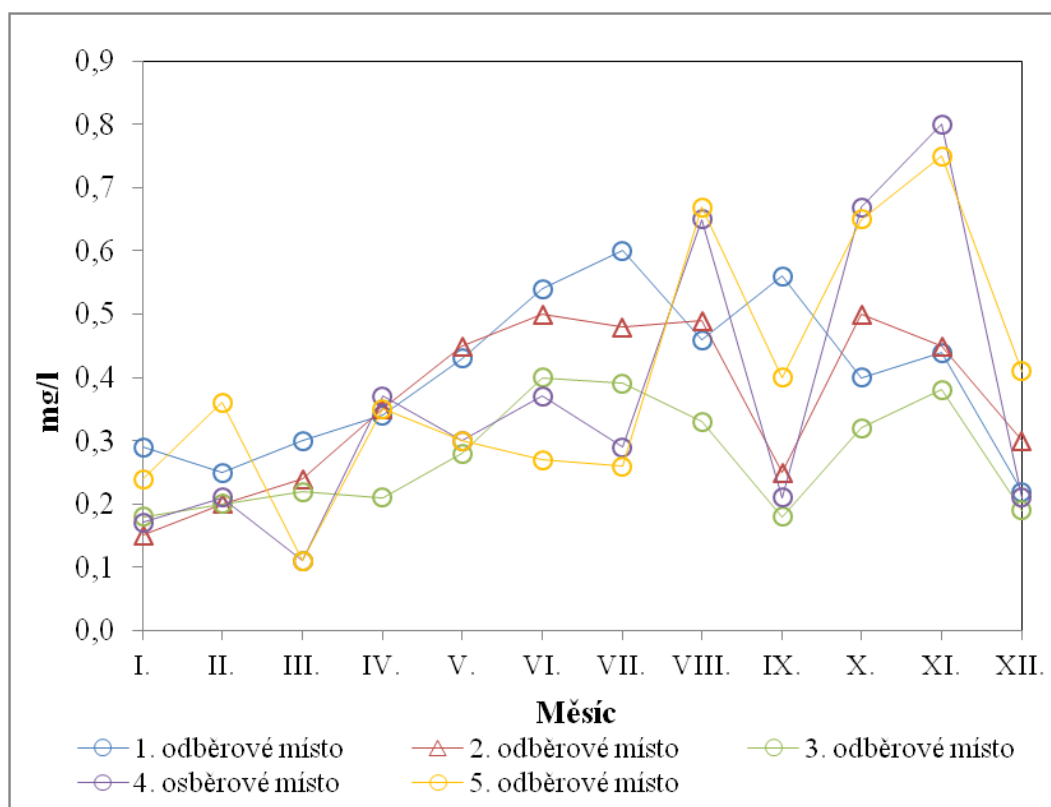
Tabulka 20: Průměrné hodnoty celkového železa na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	0,4	1 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	0,4	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	0,3	
Odtok ze Zelinářského rybníka	0,4	
Zelinářský rybník	0,4	

Hodnoty celkového železa nebyly u žádného z odběrových míst překročeny. Výskyt železa v tak malém množství je v povrchové vodě běžný a je dán horninovým podložím. Měsíční hodnoty celkového železa naměřené na jednotlivých odběrových místech jsou znázorněny na Obrázku č. 27. Nejvyšší hodnota byla naměřená v červnu

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

(0,8 mg/l) u vzorku odebraného na výtoku ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 4). Naopak hodnota nejnižší (0,1 mg/l) byla naměřena u vzorku stejného, jako hodnota nejvyšší, ale v měsíci březnu. Dále byla stejně nízká hodnota zaznamenána ve stejném měsíci, ale přímo ve vzorku odebraném ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5).



Obrázek 27: Grafické znázornění hodnot celkového železa u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice

2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice

3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka

4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka

5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

V místě odběru vzorků ze Štěpánovického potoka před vsí (odběrové místo č. 1) jsou hodnoty o něco vyšší, než u vzorku odebraného za obcí (odběrové místo č. 2). Po naředění potokem Vacenovickým u odběrů prováděných před ústím Štěpánovického potoka do Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 3) jsou hodnoty celkového železa nižší než u předchozích dvou míst.

5.14 Celkový mangan

Nařízení vlády č. 23/2011 Sb. stanovilo hodnotu manganu v povrchových vodách na 0,3 mg/l. Průměrné roční hodnoty naměřené u jednotlivých odběrových míst jsou uvedeny v Tabulce č. 21.

Tabulka 21: Průměrné hodnoty celkového manganu na jednotlivých stanovištích za rok 2014

Odběrová místa	mg/l	Norma
Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice	0,4	0,3 mg/l
Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice	0,3	
Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka	0,2	
Odtok ze Zelinářského rybníka	0,3	
Zelinářský rybník	0,4	

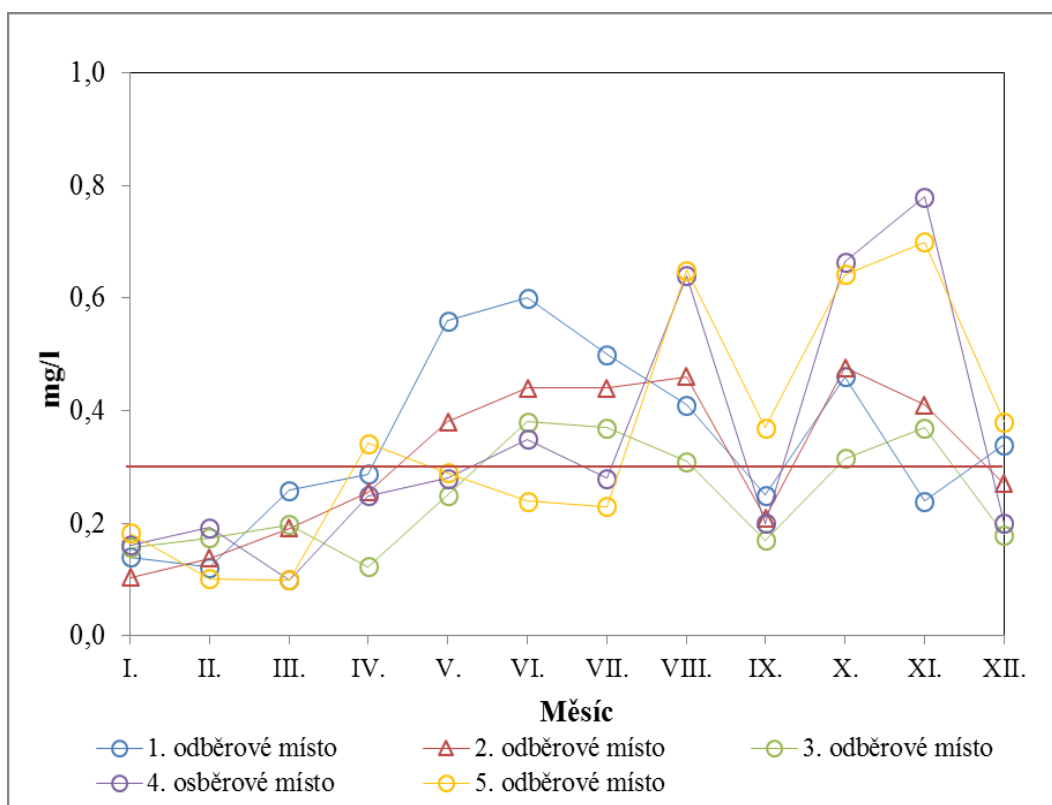
Poznámka: červeně jsou vyznačeny hodnoty překračující NEK dle NV č. 23/2011 Sb.

Limit je tedy překročen u Štěpánovického potoka odebraného před obcí (odběrové místo č. 1) a u Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 2). U ostatních odběrových míst jsou hodnoty rovněž vysoké.

Vysoký obsah manganu se zde může vyskytovat také jako důsledek staré ekologické havárie, kdy došlo k prosakování nafty do Štěpánovického rybníka (viz Příloha č. 1. Obrázek 10), který se nachází před prvním odběrovým místem. Janoušek (in Janoušek, 2002) uvádí, že Štěpánovický rybník byl částečně vyčištěn roku 1984, ale nafta tam prosakovala dál. Na základě údajů zveřejněných společností SGS, motorová nafta obsahuje přísady manganu jako modifikátory spalování. V současné době je snaha snížit obsah manganu v naftě na 2 mg/l. (www.tpsd-ertrac.cz) Lze tedy předpokládat, že dříve nafta obsahovala manganu více.

Podle ročních průměrných hodnot byl nejvyšší obsah manganu analyzován právě u vzorku odebraných ze Štěpánovického potoka před vsí (odběrové místo č. 1), tedy hned za Štěpánovickým rybníkem. Dále po toku obsah manganu již klesá. Další jeho nárůst je zaznamenán u Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5), kde mohlo dojít k hromadění znečištění a jeho následnému vyplavování z rybníka, protože na odtoku (odběrové místo č. 4) je hodnota manganu opět překročena.

Jednotlivé měsíční hodnoty naměřené u sledovaných odběrových míst jsou graficky vyhodnoceny na Obrázku č. 28. Nejvyšší hodnota manganu (0,8 mg/l) ze všech měření byla zaznamenána v listopadu u vzorku na výtoku Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 4), což svědčí o vyplavování nahromaděného manganu. Jeho nejnižší hodnota (0,1 mg/l) byla naměřena v březnu u vzorku odebraného ze Zelinářského rybníka (odběrové místo č. 5).



Obrázek 28: Grafické znázornění hodnot manganu u jednotlivých odběrových míst v roce 2014

Vysvětlivky: 1. Odběrové místo - Štěpánovický potok před přítokem do obce Štěpánovice
 2. Odběrové místo - Štěpánovický potok za obcí Štěpánovice
 3. Odběrové místo - Štěpánovický potok před ústím do Zelinářského rybníka
 4. Odběrové místo - Odtok ze Zelinářského rybníka
 5. Odběrové místo - Zelinářský rybník

Z obrázku je patrný klesající trend obsahu manganu a to v úseky mezi první a třetím odběrovým místem. Nárůsty hodnot manganu zde odpovídají nárůstům hodnot u železa. Tyto dva prvky se vyskytují společně a průběhy jejich křivek si jsou velmi podobné. Hodnoty celkové železa jsou však vyšší než manganu.

5.15 Vyhodnocení výsledků podle ČSN 75 7221

Podle ČSN 75 7221 jsou jednotlivé parametry rozděleny do 5 jakostních tříd. Pro srovnání výsledků s touto normou byly naměřené hodnoty u jednotlivých odběrových míst zprůměrovány a zařazeny do příslušné jakostní třídy. Tabulka č. 22 pak obsahuje výsledné hodnoty, které jsou barevně zařazeny do příslušné třídy dle platné legislativy. Z uvedených hodnot je patrné, že stanovení rozpuštěného kyslíku, dusičnanového dusíku, chloridů, síranů, vápníku, hořčíku a železa spadá u všech odběrových míst do I. jakostní třídy, která představuje vody neznečištěné. Hodnoty amoniakálního dusíku se pohybují také v I. jakostní třídě, až na odběrové místo umístěné za obcí, kde se hodnoty pohybují ve II.

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

jakostní třídě - mírně znečištěná voda. U hodnot BSK₅ do I. jakostní třídy spadá pouze první, druhé a třetí odběrové místo, zbylá dvě odběrová místa se svými hodnoty řadí do II. třídy tedy mírně znečištěné vody.

Hodnoty konduktivity se u všech odběrových míst pohybují v rozmezí II. jakostní třídy - mírně znečištěné vody. Naměřené hodnoty manganu se už pohybují v hodnotách II. jakostní třídy - mírně znečištěná voda, až na první a páté odběrové místo, které je zařazeno do třídy II.

Nejhorší hodnoty ze všech uvedených parametrů má chemická spotřeba kyslíku, která se všemi odběrovými místy pohybuje v rozmezí V. jakostní třídy, která je charakteristická pro silně znečištěné vody, což může souviset, jak je již uvedeno výše, s ekologickou havárií.

Tabulka 22: Zařazení jednotlivých odběrových míst do jakostních tříd podle ČSN 75 7221

OBECNÉ, FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ PARAMETRY						
UKAZATEL	JEDNOTKA	ODBĚROVÉ MÍSTO				
		Před přítokem do obce	Za obcí	Před ústím do rybníka	Odtok z rybníka	Rybník
konduktivita	mS/m	60	63	66	63	63
rozpuštěný kyslík	mg/l	9	8	9	10	10
BSK ₅	mg/l	2	2	2	3	3
CHSK _{Mn}	mg/l	21	22	23	20	24
amoniakální dusík	mg/l	0,2	0,4	0,07	0,04	0,1
dusičnanový dusík	mg/l	1,8	1,8	1,7	1,9	1,5
chloridy	mg/l	41	42	47	49	43
sírany	mg/l	61	62	61	62	62
vápník	mg/l	82	76	81	90	88
hořčík	mg/l	24	27	26	28	27
mangan	mg/l	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4
železo	mg/l	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4

V rámci diskuse bych zde také chtěla zmínit problém bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*), který se na území Jaroměřic nad Rokytnou vyskytuje v hojném počtu. Jedná se o nebezpečnou invazní rostlinu, která pochází původem z oblasti Kavkazu a šíří se zejména podél cest a potoků. Tato rostlina dosahuje výšky až několika

metrů a má výrazné bílé květy. Její nebezpečí spočívá ve vytlačování původních ekosystémů a po kontaktu s pokožkou způsobuje vyrážky a puchýře. Bolševník velkolepý kvete od poloviny června do konce července, k uvolnění semen pak dochází od konce srpna do listopadu. V České republice řeší riziko invazních rostlin zákon o rostlinolékařské péči č. 326/2004 Sb. (www.eagri.cz) Porosty této rostliny jsem zaznamenala na dvou odběrových místech a to před ústím potoka do rybníka a za jeho výpustí a její výskyt nahlásila na příslušném úřadě v Jaroměřicích nad Rokytnou. Zde mi bylo sděleno, že o daném problému již vědí a byla vydána příslušná opatření. Likvidace této rostliny byla oznámena vlastníkům pozemků (viz Příloha č. 1. Obrázek 11) a prováděna chemickými postřiky a to v intervalech od 10. 5 do 15. 6 a od 15. 8 do 20. 9 a to každoročně dokud nedojde k úplné likvidaci. Fotodokumentace bolševníku velkolepého jsou uvedeny v Příloze č. 1. jako Obrázek č. 12. a Obrázek č. 13.

6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit vliv obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka a to na základě ročního monitoringu, který probíhal od ledna 2014 do prosince téhož roku.

Na vybraném úseku potoka bylo zvoleno pět odběrových míst a to tak, aby měly co největší vypovídající hodnotu a případném znečištění. První místo bylo umístěno před přítokem potoka do obce a tudíž, by zde mělo být nejmenší znečištění, druhé místo bylo umístěno za obec. V úseku těchto dvou míst se nachází několik výtokových potrubí vedoucích přímo do potoka. Třetí místo bylo zvoleno již na území Jaroměřic nad Rokytnou a to proto, že zde je už Štěpánovický potok naředen potokem Vacenovický, a mohlo by zde dojít díky samočisticí schopnosti vody k jeho případnému poklesu. Čtvrté odběrové místo bylo za výtokem z rybníka. Toto odběrové místo bylo spíše již kontrolní, jelikož rybník působí jako akumulací místo případného znečištění. Vzorek pátý byl odebírán přímo z rybníka a to pomocí směsného vzorku.

Z uvedených výsledků byl prokázán vliv obce Štěpánovice na kvalitu vody ve Štěpánovickém potoce a to zejména u rozpuštěného kyslíku a amoniakálního dusíku, který se do vody dostává především splaškovou vodou. Řešením této situace je obec odkanalizovat a napojit ji na některou z okolních čistíren odpadních vod, nebo zde zřídit více čistíren domácích.

Seznam použité literatury

1. *A COMPARATIVE STUDY OF THE PHOSPHATE LEVELS IN SOME SURFACE AND GROUND WATER BODIES OF SWAZILAND* [online]. 2008 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.ajol.info/index.php/bcse/article/viewFile/61286/49459>
2. *A study on the relationship between BOD5 and COD in coastal seawater environment with a rapid BOD measurement system*. The National Center for Biotechnology Information [online]. 2009 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19955646>
3. *Advanced BioTech: Water Analysis-Dissolved Oxygen (DO)* [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.adbio.com/science/analysis/do.htm>
4. Alkalinity and Acid Neutralizing Capacity. *U.S. Geological Survey* [online]. 2012 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/section6.6/pdf/6.6.pdf>
5. Aziz, H. A. (2004). "Removal of ammoniacal nitrogen (N-NH₃) from municipal solid waste leachate by using activated carbon and limestone". *Waste Management & Research* 22 (5): 371–5. doi:10.1177/0734242X04047661
6. BAIK, Min Hoon, Seung Yeop LEE a Jongtae JEONG. Sorption and reduction of selenite on chlorite surfaces in the presence of Fe(II) ions. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2013, vol. 126. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2013.08.005.
7. BARKOLOVÁ, Danko a ILAVSKÝ. Nové filtračné materiály vo vodárenstve. *Stavebná fakulta STU*. 2010, č. 1.
8. BIELA, Renata. Odstraňování železa a manganu ze zdrojů pitné vody. *Vlastnosti a zdroje vody*. 2012, č. 1.
9. BÍNA, Jan, DEMEK, Jaromír. Z nížin do hor: *Geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia, 2012, 344 s. ISBN 978-80-200-2026-0.
10. Bolševník velkolepý. *EAgri* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2010 [cit. 2015-03-19]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/94842/bolsevník_velkolepy.pdf
11. Clair N. Sawyer, Perry L. McCarty, Gene F. Parkin (2003). *Chemistry for Environmental Engineering and Science* (5th ed.). New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-248066-1.

12. CZUDEK, Tadeáš. *Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru*. Brno: Moravské zemské muzeum, 2005, 238 s. ISBN 80-7028-270-3.
13. ČHMÚ. *Atlas podnebí Česka. Climate Atlas of Czechia*. Praha, Olomouc: ČHMÚ, Univerzita Palackého v olomouci, 2007, 256 s. ISBN 978-80-86690-26-1 (ČHMÚ) ISBN 978-80-244-1626-7 (UP).
14. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P1_0_Home
15. ČSN 75 7221 - *Klasifikace jakosti povrchových vod*. Praha: ČNI. 1998.
16. ČSN 75 7342 (757342). *Jakost vod - Stanovení teploty*. Praha: ČNI. 1999.
17. ČSN 75 7372. *Jakost vod- Stanovení zásadové (neutralizační) kapacity (ZNK)*. Praha: ČNI. 2001.
18. ČSN EN 1899 – 2 (75 7517). *Jakost vod – Stanovení biochemické spotřeby kyslíku po n dnech (BSKn) - Část 2: Metoda pro neředěné vzorky*. Praha: ČNI. 1999.
19. ČSN EN 25813 (75 7462). *Jakost vod- Stanovení rozpuštěného kyslíku - jodometrická metoda*. Praha: ČNI. 2008.
20. ČSN EN 27888 (75 7344). *Jakost vod – Stanovení elektrické konduktivity*. Praha: ČNI. 1996.
21. ČSN EN ISO 5667–1 (75 7051). *Jakost vod- odběr vzorků - Část 1: Návod pro návrh programu odběru vzorků a pro způsoby odběru vzorků*. Praha: ČNI. 2007.
22. ČSN EN ISO 5667–6 (75 7051). *Jakost vod - Odběr vzorků - Část 6: Návod pro odběr vzorků z řek a potoků*. Praha: ČNI. 2004.
23. ČSN EN ISO 8467 (75 7519). *Jakost vod – Stanovení chemické spotřeby kyslíku manganistanem (CHSKMn)*. Praha: ČNI. 1997.
24. ČSN EN ISO 9963-2 (757371). *Jakost vod - Stanovení kyselinové neutralizační kapacity /KNK). Část 2: Stanovení KNK (KNK4,5)*. Praha: ČNI. 1996
25. ČSN ISI 6058 (75 7416). *Jakost vod - Stanovení vápníku - Odměrná metoda s EDTA*. Praha: ČNI. 1996.
26. ČSN ISO 10523 (75 7365). *Jakost vod – Stanovení pH*. Praha: ČNI. 2010.

- Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka
27. ČSN ISO 6059 (75 7384). *Jakost vody - Stanovení sumy vápníku a hořčíku - Odměrná metoda s EDTA*. Praha: ČNI. 1996.
28. ČSN ISO 9297 (75 7420). ČSN ISO 9297 (75 7420) *Jakost vod - Stanovení chloridů - Argentometrické stanovení s chromanovým indikátorem (metoda podle Mohra)*. Praha: ČNI. 1996.
29. DAS, A.P., L.B. SUKLA, N. PRADHAN a S. NAYAK. *Manganese biomining: A review*. *Bioresource Technology*. 2011, vol. 102, issue 16, s. 7381-7387. DOI: 10.1016/j.biortech.2011.05.018.
30. DEMEK, Jaromír a kolektiv. *Hory a nížiny*. Praha: Academia, 1987. ISBN 21-099-87.
31. Dissolved Oxygen and Biochemical Oxygen Demand. *EPA United States Environmental Protection Agency* [online]. 2014 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms52.cfm>
32. DOULA, Maria K. *Removal of Mn²⁺ ions from drinking water by using Clinoptilolite and a Clinoptilolite-Fe oxide system*. *Water Research*. 2006, vol. 40, issue 17. DOI: 10.1016/j
33. Fosfor. *Hornicko-geologická fakulta Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava* [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/cviceni/cviceni_lenticky/fosfor.htm
34. Geologická mapa. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50zj&y=651300&x=1162800&s=1
35. Gnandil, K.; Tchangbedjil, G.; Killil, K.; Babal, G.; Abbel, E. (March 2006). "The Impact of Phosphate Mine Tailings on the Bioaccumulation of Heavy Metals in Marine Fish and Crustaceans from the Coastal Zone of Togo". *Mine Water and the Environment* 25 (1): 56–62. doi:10.1007/s10230-006-0108-4
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969700004022>
36. HIEMSTRA, Tjisse a Willem H. VAN RIEMSDIJK. *Adsorption and surface oxidation of Fe(II) on metal (hydr)oxides*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2007, vol. 71, issue 24, s. 5913-5933. DOI: 10.1016/j.gca.2007.09.030.
37. HORÁKOVÁ, Marta a kolektiv. *Analytika vody*. Praha: Vysoká škola Chemicko-technologická v Praze, 2007, 335 s. ISBN 978-80-7080-520-6.

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

38. Chloride in Drinking-water. *World Health Organization* [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z:http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chloride.pdf
39. Chlorides in Fresh Water. *The University of Rhode Island* [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z:<http://www.uri.edu/ce/wq/ww/Publications/Chlorides.pdf>
40. Chlorides: Why Chlorides Are Important [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z:<http://www.state.ky.us/nrepc/water/wcpcl.htm>
41. IOWA DEPARTMENT OF NATURAL RESOURCES. *Water Quality Standards Review: Chloride, Sulfate and Total Dissolved Solids*. Consultation Package, 2009. Dostupné z:
http://www.google.cz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=7&ved=0CFQQFjAG&url=http%3A%2F%2Fwww.iowadnr.gov%2Fportals%2Fidnr%2Fuploads%2Fwater%2Fstandards%2Fws_review.pdf%3F&famp%3Btabid%3D1302&ei=D_gXVcDNKcHnaqKOgtAP&usg=AFQjCNEb9tK8xUnkDrvroK8xurrRtq4Zzw&bvm=bv.89381419,d.d2s
42. JANOUSHK, Pavel. *Místní organizace Moravského rybářského svazu v Jaroměřicích nad Rokytnou 100 let*. 2002.
43. KAZEMIPOUR, Maryam, Mehdi ANSARI, Shabnam TAJROBEHKAR, Majdeh MAJDZADEH a Hamed Reihani KERMANI. Removal of lead, cadmium, zinc, and copper from industrial wastewater by carbon developed from walnut, hazelnut, almond, pistachio shell, and apricot stone. *Journal of Hazardous Materials*. 2008-01-31, vol. 150, issue 2, s. 322-327. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2007.04.118.
44. Kemker, Christine. "Conductivity, Salinity and Total Dissolved Solids." *Fundamentals of Environmental Measurements*. Fondriest Environmental, Inc. 3 Mar 2014. Dostupné z:
<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/conductivity-salinity-tds>
45. Kemker, Christine. "Dissolved Oxygen." *Fundamentals of Environmental Measurements*. Fondriest Environmental, Inc. 19 Nov. 2013. Dostupné z:
<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/dissolved-oxygen/>
46. Kemker, Christine. "pH of Water." *Fundamentals of Environmental Measurements*. Fondriest Environmental, Inc. 19 Nov. 2013. Dostupné z:
<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/ph/>

Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka

47. Kemker, Christine. "Water Temperature." *Fundamentals of Environmental Measurements*. Fondriest Environmental, Inc. 7 Feb. 2014. Dostupné z:
<http://www.fondriest.com/environmental-measurements/parameters/water-quality/water-temperature/>
48. Konduktivita. *Analýza a úprava vody* [online]. 2014 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z:
<http://www.analyzavody.cz/vlastnosti-vody/konduktivita/>
49. LANGHAMMER, Jakub. *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*. Praha: Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova, 2002, 225 s. Dostupné z:
http://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/skripta/skriptaWQ_2009_web.pdf
50. Lei, Yu. "Microbial biosensors". <http://www.cbs.umn.edu>. Analytica Chimica Acta 568 (2006) 200–210.
51. Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton, Eugene W. Rice (2005). Standard Methods for Examination of Water & Wastewater Method 5210B. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, and the Water Environment Association. Dostupné z: <http://www.standardmethods.org>
52. Lenore S. Clesceri, Andrew D. Eaton, Eugene W. Rice (2005). Standard Methods for Examination of Water & Wastewater Method 5210B. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, and the Water Environment Association. Dostupné z: <http://www.standardmethods.org>
53. Lenore S. Clescerl, Andrew D. Eaton, Eugene W. Rice (2005). Standard Methods for Examination of Water & Wastewater (21st ed.). Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, and the Water Environment Association ISBN 0-87553-047-8 online subscription at <http://www.standardmethods.org>
54. Magnesium (Mg) and water. *Lenntech: Water Treatment Solutions* [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z:
<http://www.lenntech.com/periodic/water/magnesium/magnesium-and-water.htm>
55. *Magnesium* [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z:
http://www.manoramaonline.com/advt/palathulli/reportspdf/IISC_KERALA_RESULT09_MAGNESIUM.pdf

- Kopečková V.: Hodnocení vlivu obce Štěpánovice na kvalitu vody Štěpánovického potoka
56. MARCIÁN, František. *Studie odtokových poměrů Štěpánovického potoka a jeho přítoků ve správě SMS*, 2000, 73 s.
57. MOHAN, Dinesh a Subhash CHANDER. Single, binary, and multicomponent sorption of iron and manganese on lignite. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2006, vol. 299, issue 1, s. 76-87. DOI: 10.1016/j.jcis.2006.02.010.
58. Nařízení vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
59. Nařízení vlády č. 23/2011 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
60. Nařízení vlády č. 82/1999 Sb., kterým se stanoví ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod
61. NEKUDA, Vladimír a kolektiv. *Moravskobudějovicko Jemnicko*. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, 1997, 863 s. ISBN 80-85048-75-2.
62. Nitrate toxicity to aquatic animals: a review with new data for freshwater invertebrates. *The National Center for Biotechnology Information* [online]. 2005 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15667845>
63. Nitrates and Their Effect on Water Quality – A Quick Study. *Wheatley River Improvement Group* [online]. 2015 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.wheatleyriver.ca/current-projects/wrig-pilot-nitrate-study/nitrates-and-their-effect-on-water-quality-a-quick-study/>
64. NOVÁK, Václav, HUDEC, Karel a kolektiv. *Živá příroda*. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, 1997, 335 s. ISBN 80-85048-69-8.
65. ORTHOPHOSPHATE AND DISSOLVED ORGANIC PHOSPHORUS [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://hahana.soest.hawaii.edu/hot/protocols/chap8.html>
66. *Pesticídy a sírany v pitnej vode* [online]. 2008 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: http://www.vuvh.sk/index.php?mact=News,cntnt01,print,0&cntnt01articleid=17&cntnt01showtemplate=false&cntnt01returnid=134&hl=sk_SK.

67. PH. *US Geological Survey* [online]. 2008 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.4_contents.html
68. *Phosphorus* [online]. 2012 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms56.cfm>
69. PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. Praha: Vysoká škola Chemicko-technologická v Praze, 2009, 568 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
70. Richard V. Tyson, Danielle D. Treadwell and Eric H. Simonne (2011). "Opportunities and Challenges to Sustainability in Aquaponic Systems". *HortTechnology* 21 (1): 6–13.
71. RICHARD, Dominique, Bjørn SUNDBY a Alfonso MUCCI. Kinetics of manganese adsorption, desorption, and oxidation in coastal marine sediments. *Limnology and Oceanography*. 2013, vol. 58, issue 3, s. 987-996. DOI: 10.4319/lo.2013.58.3.0987.
72. Sortiment, kvalita a užité vlastnosti pohonných hmot do roku 2020 Kulatý stůl Hotel Pramen 24. 6. 2014: Vývoj v kvalitě paliv - motorové nafty. TŘEBICKÝ. *Technologická platforma silniční doprava* [online]. 2014 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.tpsd-ertrac.cz/file/seminar-praha-cerven-2014-vladimir-trebicky-sortiment-kvalita-a-uzitne-vlastnosti-pohonných-hmot-do-roku-2020/>
73. SUD, Dhiraj, Garima MAHAJAN a M.P. KAUR. Agricultural waste material as potential adsorbent for sequestering heavy metal ions from aqueous solutions – A review. *In: Bioresource Technology*. September 2008, 6017–6027. Volume 99, Issue 14. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.11.064.
74. TEKERLEKOPOULOU, A.G., I.A. VASILIADOU a D.V. VAYENAS. Physico-chemical and biological iron removal from potable water. *Biochemical Engineering Journal*. 2006, vol. 31, issue 1. DOI: 10.1016/j.bej.2006.05.020.
75. Temperature. *US Geological Survey* [online]. 2006 [cit. 2015-04-04]. Dostupné z: http://water.usgs.gov/owq/FieldManual/Chapter6/6.1_contents.html
76. Titze, J., H. Walter, et al. (2008). "Evaluation of a new optical sensor for measuring dissolved oxygen by comparison with standard analytical methods." *Monatsschr. Brauwiss.*(Mar./Apr.): 66-80.
77. TRNKA, Milan, HOUZAR, Stanislav. *Moravské vltaviny*. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost v Brně a Západo-moravské muzeum v Třebíči, 1991, 115 s. ISBN 80-85048-205.

78. Výčapy: O obci Štěpánovice [online]. 2013 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.vycapy.com/o-obci-stepanovice/d-1061/p1=1096>
79. Water Quality Monitoring: Biochemical Oxygen Demand. *Friends of Five Creeks* [online]. [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.fivecreeks.org/monitor/bod.shtml>
80. *Water Quality: The Importance of Nitrates* [online]. 2006 [cit. 2015-03-12]. Dostupné z: <http://www.ruf.rice.edu/~cbensa/Nitrate/index.html>

Zdroje obrázků

1. <http://www.mapy.cz/zakladni?x=15.8807373&y=49.1570113&z=12&source=ward&id=12706>
2. <http://www.mapy.cz/zakladni?vlastni-body&x=15.8833981&y=49.1161864&z=14&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&ut=Nov%C3%BD%20bod&uc=9kJ1JxTYxnfCdf0FhGJ19vKJfl-LxIeR8JUPgSZINEW&ud=49%C2%B07%2730.816%22N%2C%2015%C2%B053%2720.375%22E&ud=49%C2%B07%2720.946%22N%2C%2015%C2%B053%271.701%22E&ud=49%C2%B06%2710.636%22N%2C%2015%C2%B053%2724.006%22E&ud=49%C2%B06%277.931%22N%2C%2015%C2%B053%2723.137%22E&ud=49%C2%B06%277.248%22N%2C%2015%C2%B053%2722.809%22E&ud=49%C2%B06%276.692%22N%2C%2015%C2%B053%2724.469%22E&ud=49%C2%B06%277.690%22N%2C%2015%C2%B053%2725.590%22E&ud=49%C2%B06%276.211%22N%2C%2015%C2%B053%2724.122%22E>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Poloha Štěpánovic na mapě (převzato z www.mapy.cz)	2
Obrázek 2: Geologická mapa zájmového území 1:50 000 (převzato z: www.geology.cz) ...	5
Obrázek 3: Vltavín nalezený ve Štěpánovicích	6
Obrázek 4: Významná naleziště minerálů (Převzato z: Nekuda, 1997)	7
Obrázek 5: Mapa přibližné polohy všech odběrových míst (převzato z www.mapy.cz)	23
Obrázek 6: Odběrové místo č. 1. (září, 2014).....	24
Obrázek 7: Odběrové místo č. 2. (září, 2014).....	25
Obrázek 8: Odběrové místo č. 3. (září, 2014).....	25
Obrázek 9: Odběrové místo č. 4. (listopad, 2014)	26
Obrázek 10: Odběrové místo č. 5. (září, 2014).....	27
Obrázek 11: Grafické znázornění průběhu teploty jednotlivých odběrových míst v roce 2014	34
Obrázek 12: Grafické znázornění pH jednotlivých odběrových míst v roce 2014.....	36
Obrázek 13: Grafické znázornění konduktivity jednotlivých odběrových míst v roce 2014	38
Obrázek 14: Závislost konduktivity na obsahu orthofosforečnanů u odběrového místa č. 2 a č. 3 v roce 2014.....	39
Obrázek 15: Grafické znázornění hodnot rozpuštěného kyslíku jednotlivých odběrových míst v roce 2014.....	40
Obrázek 16: Grafické znázornění CHSK_{Mn} u jednotlivých odběrových míst v roce 2014..	42
Obrázek 17: Grafické znázornění hodnot BSK_5 u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	44
Obrázek 18: Grafické znázornění chloridů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014 ..	46
Obrázek 19: Grafické znázornění hodnot ZNK u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	47
Obrázek 20: Grafické znázornění hodnot KNK u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	48
Obrázek 21: Grafické znázornění hodnot vápníku u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	49
Obrázek 22: Grafické znázornění hodnot hořčíku u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	50
Obrázek 23: Grafické znázornění hodnot dusičnanů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	52
Obrázek 24: Grafické znázornění amoniaku u jednotlivých odběrových míst v roce 2014 ..	54
Obrázek 25: Grafické znázornění hodnot orthofosforečnanů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014.....	55
Obrázek 26: Grafické znázornění hodnot síranů u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	57
Obrázek 27: Grafické znázornění hodnot celkového železa u jednotlivých odběrových míst v roce 2014.....	58
Obrázek 28: Grafické znázornění hodnot manganu u jednotlivých odběrových míst v roce 2014	60

Seznam tabulek

Tabulka 1: Charakteristika Štěpánovického potoka na vymezeném území (Marcián, 2000)	8
Tabulka 2: Měsíční úhrny srážek daného území (ČHMÚ)	9
Tabulka 3: Stanovení neutralizačních kapacit (Horáková, 2007)	12
Tabulka 4: Procentuální zastoupení formy amoniaku v závislosti na pH (převzato z: Langhammer, 2002)	18
Tabulka 5: Mezní hodnoty jakosti vod (Převzato z ČSN 75 7221)	32
Tabulka 6: Průměrné hodnoty teploty na jednotlivých stanovištích za rok 2014	34
Tabulka 7: Průměrné hodnoty pH na jednotlivých stanovištích za rok 2014	36
Tabulka 8: Průměrné hodnoty konduktivity na jednotlivých stanovištích za rok 2014	37
Tabulka 9: Průměrné hodnoty rozpuštěného kyslíku na jednotlivých stanovištích za rok 2014	39
Tabulka 10: Průměrné hodnoty CHSK_{Mn} na jednotlivých stanovištích za rok 2014	41
Tabulka 11: Průměrné hodnoty BSK_5 na jednotlivých stanovištích za rok 2014	43
Tabulka 12: Poměry $\text{BSK}_5:\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ za jednotlivé měsíce v roce 2014	45
Tabulka 13: Průměrné hodnoty chloridů na jednotlivých stanovištích za rok 2014	45
Tabulka 14: Průměrné hodnoty vápníku na jednotlivých stanovištích za rok 2014	48
Tabulka 15: Průměrné hodnoty hořčíku na jednotlivých stanovištích za rok 2014	50
Tabulka 16: Průměrné hodnoty dusičnanů na jednotlivých stanovištích za rok 2014	51
Tabulka 17: Průměrné hodnoty amoniakálního dusíku na jednotlivých stanovištích za rok 2014	53
Tabulka 18: Průměrné hodnoty orthofosforečnanů na jednotlivých stanovištích za rok 2014	54
Tabulka 19: Průměrné hodnoty síranů na jednotlivých stanovištích za rok 2014	56
Tabulka 20: Průměrné hodnoty celkového železa na jednotlivých stanovištích za rok 2014	57
Tabulka 21: Průměrné hodnoty celkového manganu na jednotlivých stanovištích za rok 2014	59
Tabulka 22: Zařazení jednotlivých odběrových míst do jakostních tříd podle ČSN 75 7221	61

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1. Fotodokumentace



Obrázek 1: Stanovení ZNK (říjen 2014)



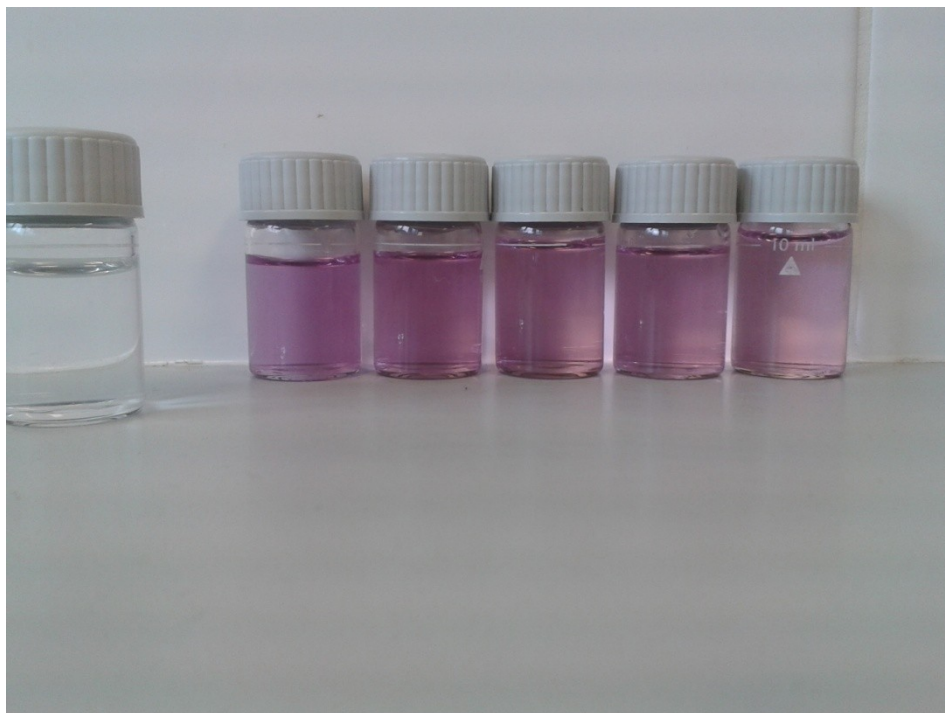
Obrázek 2: Stanovení KNK (říjen 2014)



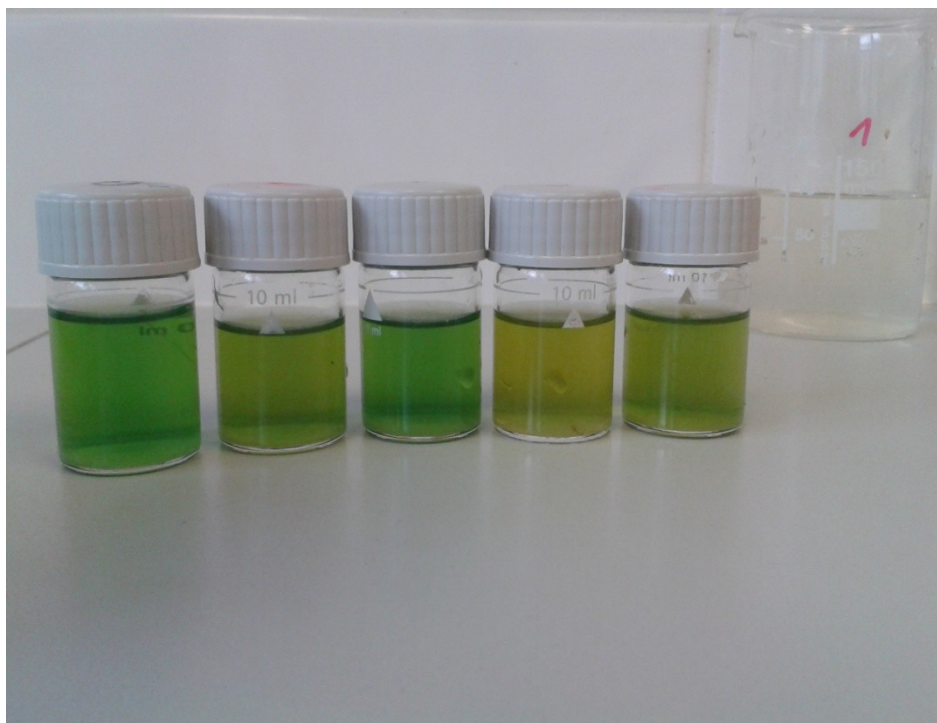
Obrázek 3: Rozpuštěný kyslík fixovaný v terénu (říjen 2014)



Obrázek 4: Stanovení CKSK_{Mn} (říjen 2014)



Obrázek 5: Stanovení železa (říjen 2014)



Obrázek 6: Stanovení amoniakálního dusíku (říjen 2014)



Obrázek 7: Stanovení chloridů (říjen 2014)



Obrázek 8: Výpusť do Štěpánovického potoka (březen 2014)



Obrázek 9: Povlak na potoce mezi prvním a druhým odběrovým místem (září 2013)



Obrázek 10: Štěpánovický rybník (září 2013)



MĚSTSKÝ ÚŘAD TŘEBÍČ
Odbor životního prostředí

Karlovo nám. 104/55, 674 01 Třebíč, adresa pro doručení písemnosti: Masarykovo nám. 116/6, 674 01 Třebíč

VÁŠ DOPIS ZN.:
ZE DNE:
NAŠE ZN.: OŽP 31062/14 - SPIS 6208/2014/Va

VYŘIZUJE: Radka Valášková
TELEFON: 568 805 269
E-MAIL: r.valaskova@trebic.cz

DATUM: 24.04.2014

Město Jaroměřice Nad Rokytinou

Nám. Míru 2
675 71 JAROMĚŘICE NAD
ROKYTNOU

Oznámení

Městský úřad Třebíč, odbor životního prostředí, jako věcně příslušný orgán podle § 73 odst. 3 zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči v platném znění (dále jen „zákon“) a místně příslušný podle § 61, 64 a 66 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích (obecní zřízení), ve znění pozdějších předpisů

oznamuje

vlastníkům pozemků, na kterých se nachází koryto Vacenovického potoka a břehové porosty v úseku od obce Vacenovice po soutok se Štěpánovickým potokem a pozemků, na kterých se nachází koryto Štěpánovického potoka a břehové porosty od soutoku s Vacenovickým potokem po zástavbu města Jaroměřice nad Rokytinou, že pracovníci Povodí Moravy, s. p., jako správce vodních toků Vacenovický a Štěpánovický potok budou provádět chemickou likvidaci škodlivého organismu, a to **bolševníku velkolepého** (*Heracleum mantegazzianum*) v korytě a údolní nivě Vacenovického a Štěpánovického potoka v katastrálních územích Vacenovice a Jaroměřice nad Rokytinou.

Likvidace bude prováděna v úseku Vacenovického potoka daném říčním kilometrem 0.000 – 1.133 a v úseku Štěpánovického potoka daném říčním kilometrem 0.800 – 3.230 přípravkem Roundup Biaktiv počínaje letošním rokem ve dvou termínech, a sice vždy od 10.05. do 15.06. a od 15.08. do 20.09. každoročně po dobu výskytu bolševníku v dané lokalitě.

Upozorňujeme vlastníky pozemků, že správce vodních toků není dle zákona povinen likvidovat škodlivé organismy na cizích pozemcích. Povinnost **zjišťovat a omezovat výskyt a šíření škodlivých organismů včetně plevelů** tak, aby nevznikla škoda jiným osobám nebo nedošlo k poškození životního prostředí anebo k ohrožení zdraví lidí nebo zvířat má dle § 3 odst. 1 písm. a) zákona vlastník pozemku nebo objektu.

Vlastníci pozemků, na kterých je plánována aplikace výše uvedeného herbicidního přípravku, mohou vznést námitky na odboru životního prostředí Městského úřadu Třebíč ve lhůtě do 7 dnů od zveřejnění tohoto oznámení.

/2

Úřední hodiny
Po 08:00 – 17:00 hod.
Út 08:00 – 14:00 hod.
St 08:00 – 17:00 hod.
Čt 08:00 – 14:00 hod.
Pá 08:00 – 13:00 hod.

Tel.: 568 896 111
epodatelna@trebic.cz, www.trebic.cz
Bankovní spojení: Komerční banka, a. s., Třebíč
Č. ú.: 329-711/0100
IČ: 002 90 629; DIČ: CZ00290629
ID datové schránky: 6pub8mc



Obrázek 11: Oznámení o likvidaci bolševníku velkolepého



Obrázek 12: Bolševník na odběrovém místě v Jaroměřicích nad Rokytnou (květen 2014)



Obrázek 13: Bolševník velkolepý v Jaroměřicích nad Rokytnou (červenec 2014)